



Regione Umbria

GIUNTA REGIONALE



**Piano
Tutela
Acque**

PARTE II

LA RISORSA IDRICA

INDICE

SEZIONE I - CARATTERISTICHE DEI BACINI IDROGRAFICI E DEGLI ACQUIFERI	1
1 CARATTERI GENERALI DEL TERRITORIO REGIONALE	3
1.1 Caratteristiche fisiche generali	3
1.2 Caratteristiche meteorologiche	7
1.3 Uso del suolo	7
1.4 Aree protette	10
1.5 Caratteristiche socio-economiche	13
1.5.1 Popolazione	13
1.5.2 Struttura produttiva	13
2 CARATTERIZZAZIONE DEI BACINI IDROGRAFICI E DEI CORPI IDRICI SUPERFICIALI	16
2.1 Bacino del fiume Tevere	16
2.1.1 Sottobacino Alto Tevere	16
2.1.2 Sottobacino Medio Tevere	18
2.1.3 Sottobacino Basso Tevere	20
2.1.4 Sottobacino Chiascio	22
2.1.5 Sottobacino Topino Marroggia	24
2.1.6 Sottobacino Trasimeno	26
2.1.7 Sottobacino Nestore	28
2.1.8 Sottobacino Paglia Chiani	30
2.1.9 Sottobacino Nera	32
2.2 Bacino del fiume Arno	34
2.3 Territori afferenti il Mare Adriatico (T.A.M.A.)	36
2.3.1 Sottobacino Metauro	36
2.3.2 Sottobacino Esino	36
2.3.3 Sottobacino Potenza	36
2.3.4 Sottobacino Chienti	36
3 CARATTERIZZAZIONE DEI CORPI IDRICI SOTTERRANEI	38
3.1 Acquiferi alluvionali	38
3.1.1 Alta Valle del Tevere	38
3.1.2 Conca Eugubina	38
3.1.3 Media Valle del Tevere	39
3.1.4 Valle Umbra	39
3.1.5 Conca Ternana	40
3.2 Acquiferi carbonatici	41
3.2.1 Sistema carbonatico profondo	43
3.3 Acquifero vulcanico	44
3.4 Acquiferi minori	44
3.4.1 Acquiferi dei depositi detritici e dei fondovalle alluvionali	44
3.4.2 Acquiferi dei depositi sabbiosi-conglomeratici plio-pleistocenici e dei travertini	44
3.4.3 Acquiferi delle formazioni torbiditiche	45
SEZIONE II - PRESSIONI ESERCITATE DALL'ATTIVITA' ANTROPICA SULLE ACQUE SUPERFICIALI E SOTTERRANEE	47
1 GLI USI DELLA RISORSA	49
1.1 Fabbisogno idrico teorico	49
1.1.1 Uso civile	49
1.1.2 Uso irriguo	57
1.1.3 Uso zootecnico	66
1.1.4 Uso industriale	68
1.1.5 Fabbisogno idrico teorico per sottobacino	79
1.2 Prelievi e usi autorizzati	80
1.3 Il Sistema Acquedottistico	83
1.3.1 Premessa (L'approvvigionamento idropotabile in Umbria)	83
1.3.2 La riforma dei servizi idrici in Umbria – Legge 5 gennaio 1994, n. 36 e LR 43/97	83
1.3.3 I punti di captazione idropotabile in Umbria e l'attuale prelievo all'anno 2001	85

1.3.4	Consumi idropotabili e distribuzione dei consumi	87
1.3.5	Fluttuazione della domanda	90
1.3.6	Dotazioni lorde e perdite in rete	90
1.3.7	La pianificazione regionale nel settore idropotabile	93
1.3.8	Prelievi "acquedottistici" per sottobacino e per corpo idrico sotterraneo	101
1.4	L'irrigazione in Umbria	104
1.4.1	Evoluzione dell'irrigazione sul territorio umbro all'anno 2000 (ISTAT '01)	104
1.4.2	Schematizzazione irrigua regionale	105
1.4.3	Prelievi irrigui per sottobacino e per corpo idrico sotterraneo	124
1.5	Il settore industriale	125
1.5.1	L'approvvigionamento idrico del settore industriale	125
1.5.2	Prelievi industriali per sottobacino e per corpo idrico sotterraneo	126
1.6	Altri usi	128
1.6.1	Prelievi per "Altri usi" per sottobacino e per corpo idrico sotterraneo	128
1.7	Settore idroelettrico	130
1.8	Sintesi dei prelievi per sottobacino e per corpo idrico	132
2	I CARICHI INQUINANTI	135
2.1	Carichi potenzialmente generati	135
2.1.1	Carico civile potenzialmente generato	135
2.1.2	Carico agricolo potenzialmente generato	137
2.1.3	Carico zootecnico potenzialmente generato	143
2.1.4	Carico industriale potenzialmente generato	148
2.1.5	Carichi potenzialmente generati per sottobacino	153
2.2	Il sistema fognario e depurativo	156
2.2.1	Carico antropico nominale che potenzialmente grava sul sistema fognario e depurativo	156
2.2.2	Gli agglomerati ai sensi della D.Lgs. 152/99	159
2.3	Modalità di utilizzo dei reflui zootecnici	167
2.4	Attività industriali che scaricano in corpo idrico	169
2.5	Le attività di itticoltura	172
2.6	Carichi effettivi (sversati)	174
2.6.1	I carichi sversati da fonti puntuali	174
2.6.2	I carichi sversati da fonti diffuse	182
2.6.3	Carichi sversati per sottobacino	184
2.7	Carichi transitanti	186
2.7.1	Il modello di qualità del reticolo idrografico umbro	186

SEZIONE III - LO STATO DI QUALITA' AMBIENTALE DELLA RISORSA IDRICA E LE CONDIZIONI IDROLOGICHE **203**

1	I CORPI IDRICI SIGNIFICATIVI E A SPECIFICA DESTINAZIONE	205
1.1	I corpi idrici significativi	205
1.2	I corpi idrici a specifica destinazione	207
1.2.1	Acque dolci che richiedono protezione e miglioramento per essere idonee alla vita dei pesci	207
1.2.2	Acque dolci superficiali destinate alla produzione di acqua potabile	208
1.2.3	Acque destinate alla balneazione	208
2	LE RETI DI MONITORAGGIO	210
2.1	Le reti di monitoraggio delle acque superficiali	210
2.1.1	La rete di monitoraggio quantitativo in continuo	210
2.1.2	Le reti di monitoraggio qualitativo in discreto dei corpi idrici significativi	212
2.1.3	Le reti di monitoraggio qualitativo dei corpi idrici a specifica destinazione	215
2.1.4	La rete di monitoraggio qualitativo in continuo delle acque superficiali	221
2.2	Le reti di monitoraggio delle acque sotterranee	223
3	LA CLASSIFICAZIONE DI QUALITÀ AMBIENTALE E PER SPECIFICA DESTINAZIONE DEI CORPI IDRICI	230
3.1	La classificazione dei corsi d'acqua	230
3.1.1	Lo stato di qualità ambientale del fiume Tevere	232
3.1.2	Lo stato di qualità ambientale del fiume Chiascio	232
3.1.3	Lo stato di qualità ambientale del fiume Topino	233
3.1.4	Lo stato di qualità ambientale del torrente Marroggia	233
3.1.5	Lo stato di qualità ambientale del torrente Teverone	234

3.1.6	Lo stato di qualità ambientale del fiume Timia	234
3.1.7	Lo stato di qualità ambientale del fiume Nestore	234
3.1.8	Lo stato di qualità ambientale del fiume Paglia	235
3.1.9	Lo stato di qualità ambientale del fiume Chiani	235
3.1.10	Lo stato di qualità ambientale del fiume Nera	235
3.1.11	Lo stato di qualità ambientale del fiume Corno	236
3.1.12	Lo stato di qualità ambientale del fiume Velino	236
3.2	La classificazione dei laghi	236
3.2.1	Lo stato di qualità ambientale del Lago di Corbara	237
3.2.2	Lo stato di qualità ambientale del Lago di Alviano	237
3.2.3	Lo stato di qualità ambientale del Lago di Arezzo	238
3.2.4	Lo stato di qualità ambientale della Palude di Colfiorito	238
3.2.5	Lo stato di qualità ambientale del Lago Trasimeno	238
3.2.6	Lo stato di qualità ambientale del Lago di Piediluco	238
3.3	La classificazione dei corpi idrici a specifica destinazione	240
3.3.1	La classificazione delle acque dolci superficiali destinate alla vita dei pesci	240
3.3.2	La classificazione delle acque dolci superficiali destinate alla produzione di acqua potabile	241
3.3.3	La classificazione delle acque destinate alla balneazione	241
3.4	La classificazione dei corpi idrici sotterranei	244
3.4.1	Acquiferi alluvionali	245
3.4.2	Acquiferi carbonatici	253
3.4.3	Acquifero vulcanico	255
3.5	La classificazione dei corpi idrici secondo la Direttiva 2000/60/CE	258
4	LE ZONE E LE AREE DA SOTTOPORRE A TUTELA	259
4.1	Aree sensibili	259
4.2	Zone vulnerabili da nitrati di origine agricola	262
4.3	Zone vulnerabili da prodotti fitosanitari e altre zone vulnerabili	266
4.3.1	Zone vulnerabili da prodotti fitosanitari	266
4.3.2	Aree soggette o minacciate da fenomeni di siccità, degrado del suolo e desertificazione	269
4.4	Aree di salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano	272
5	LE CONDIZIONI IDROLOGICHE DEI CORPI IDRICI	275
5.1	Regime idrologico dei corpi idrici superficiali significativi	275
5.1.1	Fiumi	275
5.1.2	Laghi e invasi	284
6	IL DEFLUSSO MINIMO VITALE	289
6.1	Premessa	289
6.2	Il Deflusso Minimo Vitale nella pianificazione di bacino	290
6.2.1	Delibera dell'Autorità di Bacino del Fiume Tevere n. 97 del 18 dicembre 2001	290
6.2.2	Documento preliminare per la redazione del Piano Stralcio per la Programmazione ed Utilizzazione della Risorsa Idrica (PS9) - 2006	292
6.3	Approccio idrologico alla determinazione del DMV	294
6.4	Approccio sperimentale	296
6.4.1	Introduzione	296
6.4.2	Studio delle popolazioni ittiche per la definizione metodologica delle portate di minimo vitale nel bacino idrografico del fiume Tevere dell'Autorità di Bacino del fiume Tevere	296
6.4.3	Sviluppo dello studio metodologico dell'Autorità di Bacino del fiume Tevere	303
6.5	DMV e Stato Quantitativo dei corpi idrici superficiali	306
6.5.1	Stato idrologico e DMV proposto dalla Delibera dell'Autorità di Bacino del Fiume Tevere n. 97 del 18 dicembre 2001	308
6.5.2	Stato idrologico e DMV di cui al documento preliminare per la redazione del PS9 dell'Autorità di Bacino del Fiume Tevere (2006)	310
6.5.3	Stato idrologico e DMV sperimentale	312
6.6	Confronto tra i metodi e stima del DMV	315

SEZIONE IV - OBIETTIVI DI QUALITÀ AMBIENTALE E PER SPECIFICA DESTINAZIONE, CRITICITÀ E POSSIBILI INTERVENTI

347

1	BACINO DEL FIUME TEVERE	349
1.1	Obiettivi di qualità	349
1.2	Analisi delle criticità	352
1.2.1	Sottobacino Alto Tevere	355
1.2.2	Sottobacino Medio Tevere	358
1.2.3	Sottobacino Basso Tevere	360
1.2.4	Sottobacino Chiascio	362
1.2.5	Sottobacino Topino-Marroggia	364
1.2.6	Sottobacino Trasimeno	367
1.2.7	Sottobacino Nestore	369
1.2.8	Sottobacino Paglia-Chiani	371
1.2.9	Sottobacino Nera	373
2	BACINO DEL FIUME ARNO	377
2.1	Obiettivi	377
2.2	Criticità	377
3	TERRITORI AFFERENTI AL MAR ADRIATICO	378
3.1	Obiettivi	378
3.2	Criticità	378
4	INDIVIDUAZIONE DEI POSSIBILI INTERVENTI	379
4.1	Obiettivi e vincoli	379
4.2	Interventi sui sistemi carenti	379
4.3	Sviluppo e completamento dei sistemi conoscitivi	380
4.4	Strumenti normativi	381

SEZIONE V - ANALISI TECNICO ECONOMICA DEI POSSIBILI STRUMENTI DI INTERVENTO **383**

1	INTRODUZIONE	385
2	TRATTAMENTO E GESTIONE DEI REFLUI DI ORIGINE CIVILE ED INDUSTRIALE	386
2.1	Depurazione delle acque reflue	386
2.2	Ottimizzazione dei sistemi fognari	392
2.2.1	Aspetti gestionali e funzionali dei sistemi fognari	395
2.3	Il riutilizzo delle acque reflue depurate in agricoltura	397
2.4	Fitodepurazione e ricostituzione delle aree umide (wetlands)	406
3	TRATTAMENTO DEI REFLUI DI ORIGINE ZOOTECNICA E RIDUZIONE DEI CARICHI DIFFUSI DI ORIGINE AGRICOLA	408
3.1	Riduzione dell'uso dei concimi chimici	408
3.2	Introduzione del metodo di coltivazione biologica	409
3.3	Rispetto del Codice di Buona Pratica Agricola	410
3.4	Istituzione di fasce tampone per laghi e corsi d'acqua	410
3.5	Trasformazione dei liquami zootecnici in compost	411
3.6	Allevamento di suino su lettiera e produzione di letame maturo	412
3.7	Risparmio idrico, attraverso l'adozione di irrigazione a goccia	412
3.8	Caratteristiche e modo d'uso dei dati numerici economici ed ambientali	413
3.8.1	Schede degli indici ambientali	413
3.8.2	Tabelle riepilogative delle riduzioni percentuali medie di azoto per ogni scenario esaminato	416
3.8.3	Schede dei risultati economici	418
3.8.4	Impianto di biodigestione per il compostaggio dei reflui suini: costi di investimento e costi di esercizio	420
3.8.5	Trasformazione di stalla per suini su grigliato, in stalla per suini su lettiera di paglia: costi di investimento e costi di esercizio	420
3.9	Analisi comparative	421
3.9.1	Tecniche di coltivazione a minore impatto ambientale	421
3.9.2	Metodi di gestione dei liquami suini	424
3.9.3	Fasce tampone	425
4	LE PERDITE NELLA RETE ACQUEDOTTISTICA	427
4.1	Definizione dell'acqua non contabilizzata	427
4.2	La ricerca delle perdite	429
4.3	Risultati	431

SEZIONE I

CARATTERISTICHE DEI BACINI IDROGRAFICI E DEGLI ACQUIFERI

1 CARATTERI GENERALI DEL TERRITORIO REGIONALE

1.1 Caratteristiche fisiche generali

Il territorio della Regione Umbria è compreso quasi interamente all'interno del bacino idrografico del fiume Tevere. Solo limitate porzioni, nell'area orientale della regione, ricadono nella parte montana di bacini idrografici di corsi d'acqua che dopo aver attraversato il territorio della regione Marche, sfociano nel Mare Adriatico: Metauro, Esino, Potenza e Chienti. La loro superficie è complessivamente pari al 3% del totale regionale. A Ovest del Lago Trasimeno una modesta porzione di territorio (circa l'1% del totale regionale) ricade, invece, nel bacino idrografico del fiume Arno (Tav.1).

La morfologia del territorio umbro è prevalentemente montuosa nella sua parte orientale (27% della superficie regionale) e collinare in quella centrale e occidentale (55% della superficie regionale). Aree pianeggianti di limitata estensione si sviluppano con forma stretta e allungata per lo più nella parte centrale della regione, in corrispondenza dei principali corsi d'acqua.

La fascia orientale della regione è occupata dalla dorsale carbonatica dell'Appennino Umbro Marchigiano. Le massime quote, che solo localmente superano i 2.000 m s.l.m., si raggiungono nel settore sud orientale in corrispondenza dei Monti Sibillini. A ovest della catena appenninica sono presenti altri rilievi carbonatici, con quote che superano solo localmente i 1.000 m s.l.m. (Monti di Gubbio, Monte Subasio, dorsale dei Monti Martani, e dorsale Narnese Amerina). La morfologia è generalmente aspra, in particolare in corrispondenza dei rilievi a maggiore elevazione. Le sommità sono generalmente tondeggianti a bassa acclività, mentre i versanti hanno acclività variabile, talora elevata. Questi si possono raccordare ai fondovalle in modo diretto con un contatto brusco o più frequentemente con un passaggio graduale attraverso l'interposizione di coperture detritiche a bassa pendenza. Le litologie più diffuse sono calcari, calcari marnosi, calcari selciferi e marne.

I principali sistemi collinari, localizzati lungo il settore nord-orientale e occidentale della regione, con direzione prevalente NO-SE, sono caratterizzati da litologie marnoso arenacee in varie proporzioni. La morfologia nel complesso appare dolce ma a scala maggiore si presenta complessa, articolata in una serie di strutture minori individuate da numerosi solchi vallivi che tagliano le strutture principali. Il maggiore agente morfogenetico di queste aree è il processo erosivo, in particolare l'erosione lineare a opera delle acque correnti che, agendo su un substrato variamente erodibile, determina una morfologia accidentata.

Al passaggio da questi sistemi collinari alle aree pianeggianti nonché, con maggiore estensione, in tutta la porzione sudoccidentale della regione, affiorano depositi fluvio lacustri che danno luogo a una morfologia collinare molto dolce, prodotto di un'azione erosiva regolare e continua su litologie a granulometria prevalentemente fine, incoerenti, facilmente erodibili. I rilievi sono poco elevati con versanti uniformi, debolmente inclinati e ben raccordati ai fondovalle.

Le aree pianeggianti sono caratterizzate da morfologia sub orizzontale o debolmente inclinata, dolci rotture di pendio in corrispondenza dei bordi frequentemente caratterizzati dalla presenza di più ordini di terrazzi fluviali, con frequenti conoidi alluvionali allo sbocco dei corsi d'acqua nella valle. Dal punto di vista litologico sono caratterizzati dalla presenza di materassi alluvionali a granulometria fortemente eterogenea e spessore variabile all'interno dei quali sono frequenti antiche strutture sedimentarie quali paleoalvei e paleoconoidi.

Infine, la porzione sud occidentale della regione, è occupata da depositi di origine vulcanica formati a seguito delle eruzioni vulcaniche dell'area Vulsina, che hanno dato origine a potenti banchi di piroclastiti.

Dal punto di vista morfologico è caratterizzata da elevata uniformità e appare come un tabulato immergente circa verso nord con modesta pendenza, interrotto al suo interno da incisioni e forre dovute all'attività erosiva dei corsi d'acqua.

Le caratteristiche morfologiche del territorio regionale, unitamente a quelle litologiche e strutturali, condizionano, naturalmente, la localizzazione e le caratteristiche dei corpi idrici sia superficiali sia sotterranei.

L'unità territoriale di riferimento per tutte le analisi relative alle acque superficiali è il sottobacino idrografico.

L'Autorità di bacino del Fiume Tevere ha individuato nove sottobacini principali che ricadono, in tutto o in parte, all'interno del territorio regionale (Fig. 1):

- Sottobacino Alto Tevere
- Sottobacino Medio Tevere
- Sottobacino Basso Tevere
- Sottobacino Chiascio
- Sottobacino Topino Marroggia
- Sottobacino Nestore

- Sottobacino Trasimeno
- Sottobacino Paglia Chiani
- Sottobacino Nera

A questi si aggiungono:

- porzione umbra del bacino del fiume Arno prevalentemente ricadente nel sottobacino del Lago di Chiusi;
- le porzioni ombre di sottobacini di corsi d'acqua che sfociano nel Mare Adriatico: fiume Metauro, torrente Esino, torrente Potenza e torrente Chienti. Tali porzioni di territorio vengono di seguito indicate come territori afferenti il Mare Adriatico, in breve T.A.M.A.

Limitatamente al territorio regionale ricadente nel Bacino del fiume Tevere, i bacini idrografici sopra individuati sono stati ulteriormente suddivisi in Unità di Gestione (Tab. 1). Queste nuove porzioni dei sottobacini sono intese come unità di bilancio, introdotte dal Piano Stralcio della Risorsa Idrica (PS9), per poter effettuare i bilanci quantitativi su unità territoriali significative.

Tab. 1 - Unità di Gestione del bacino del Tevere

Sottobacino	Unità di Gestione
Alto Tevere	Tevere da M.te Fumaiolo a S. Lucia
	Tevere da S. Lucia a Chiascio
Medio Tevere	Tevere da Chiascio a Nestore
	Tevere da Nestore a Paglia
Basso Tevere	Tevere da Paglia a Nera
	Tevere da Nera ad Aniene
Chiascio	Chiascio
Topino Marroggia	Topino Marroggia
Trasimeno	Trasimeno
Nestore	Nestore
Paglia	Paglia
	Chiani
Nera	Nera fino al Velino
	Nera da Velino a confluenza Tevere

Fonte: ARPA Umbria

Si hanno così le Unità di Gestione da usare come riferimento per l'attività di bilancio idrico relative al bacino del Tevere.

Vengono di seguito descritte le caratteristiche dei sottobacini in cui è stato suddiviso il territorio umbro e dei corpi idrici superficiali in essi ricadenti. (Fig. 1)

I corpi idrici sotterranei invece non sono in genere riferibili ad un unico sottobacino idrografico, a causa della non corrispondenza tra limiti idrografici e limiti idrogeologici. Per questo motivo la loro descrizione viene effettuata a scala di corpo idrico facendo riferimento, quando possibile, ai sottobacini interessati. Come illustrato in Fig. 2 che riporta in modo sintetico le informazioni contenute nella Carta Idrogeologica dell'Umbria, nel territorio regionale possono essere distinte le seguenti tipologie di acquifero:

- Acquiferi alluvionali, che hanno sede all'interno delle principali aree vallive della regione: Valle del Tevere, Valle Umbra, Conca Eugubina, Conca Ternana;
- Acquifero vulcanico, ospitato all'interno dei depositi di origine vulcanica dell'orvietano;
- Acquiferi carbonatici, che hanno sede sia nella dorsale carbonatica dell'Appennino Umbro Marchigiano che interessa la fascia orientale e meridionale della regione sia nelle strutture calcaree minori;
- Acquiferi minori ospitati nei depositi detritici e dei fondovalle alluvionali, e nei depositi a maggiore permeabilità presenti nelle zone collinari della regione.

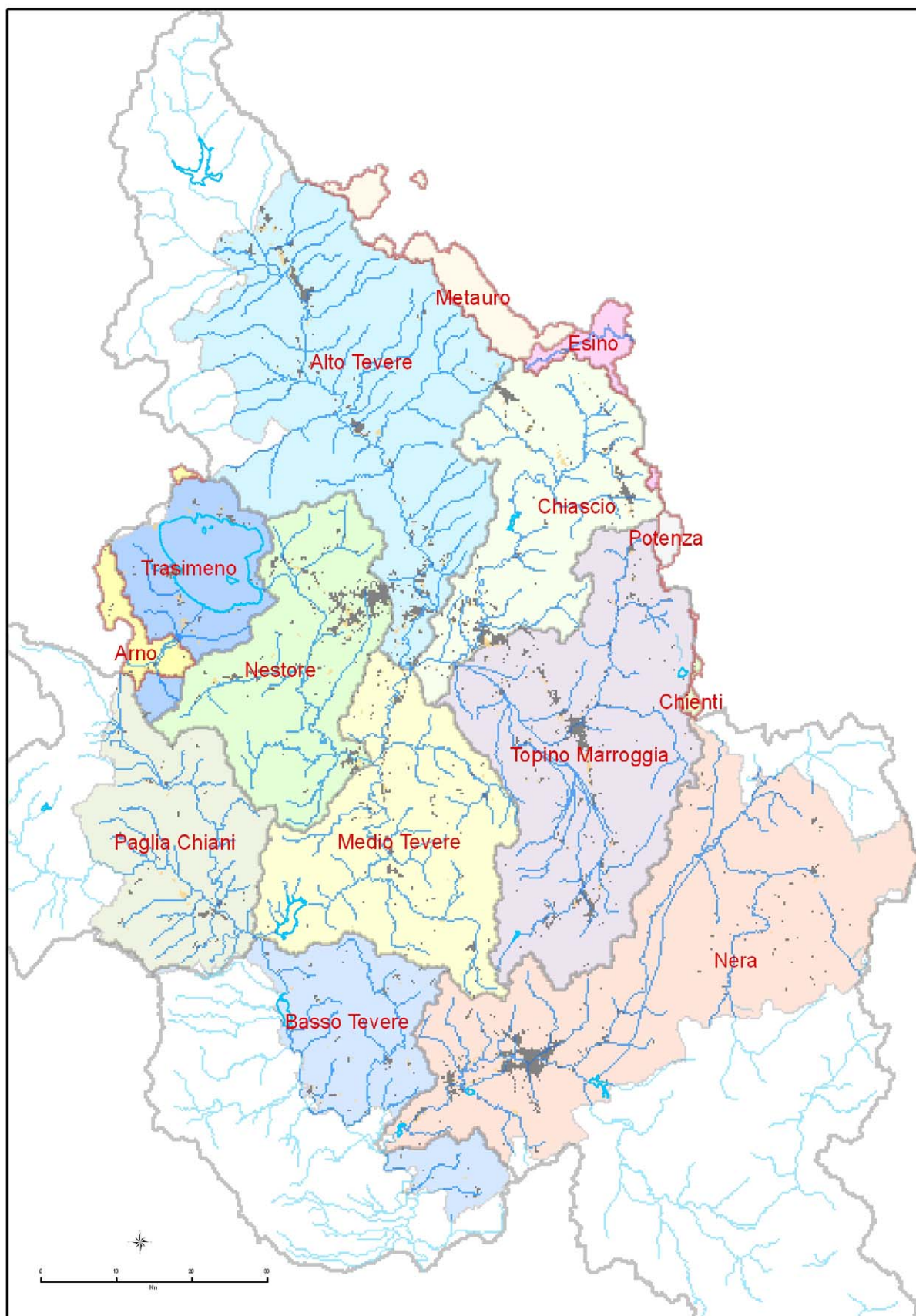


Fig. 1- Bacini idrografici dell'Umbria

Fonte: ARPA Umbria

1.2 Caratteristiche meteoclimatiche

Per un'illustrazione di sintesi del quadro climatico regionale sono state prese in considerazione le quattro stazioni termo-pluviometriche che per disposizione geografica, altimetria e disponibilità dei dati su serie storica rappresentano al meglio il territorio regionale:

- Perugia, 493 m s.l.m., nel bacino del Tevere;
- Terni, 130 m s.l.m., nel bacino del Nera;
- Orvieto, 315 m s.l.m., nel bacino del Tevere-Paglia;
- Gubbio, 529 m s.l.m., nel bacino del Chiascio.

Le prime due stazioni sono collocate nella fascia centrale dell'Umbria: Orvieto è rappresentativa delle aree collinari occidentali e Gubbio dei rilievi della dorsale appenninica.

I valori termici per il periodo 1970-1999 rivelano, in generale una certa tendenza all'aumento, ma in maniera differenziata:

- marcata per Terni (con l'eccezione di sette anni su trenta);
- due distinte tendenze per Perugia (1968-1981 e 1982-1997);
- doppia alternanza freddo-caldo per Orvieto (fino al 1976, quindi 1977-1983 e 1984-1991, infine, 1994-1999);
- per Gubbio, a partire dal 1980, un'oscillazione più o meno simile intorno al valore medio quarantennale.

Nella tabella che segue si riportano le medie di temperatura e di piovosità registrate in tutto il periodo di osservazione per le quattro stazioni umbre.

Tab. 2 - Dati termo-pluviometrici

Stazione	Temperatura media (°C)	Piovosità media (mm)	Anni di osservazione
Perugia, 493 m s.l.m.	13,43	821,16	39
Terni, 130 m s.l.m.	15,48	920,79	43
Orvieto, 315 m s.l.m.	14,08	782,7	39
Gubbio, 529 m s.l.m.	12,96	1028,92	32

Fonte: Regione Umbria

Per quanto riguarda le precipitazioni, emerge una tendenza significativa alla diminuzione particolarmente marcata nell'ultimo trentennio; considerando insieme l'andamento delle precipitazioni e delle temperature appare sensibile la tendenza a condizioni relativamente più "caldo-aride".

Tale valutazione è provata dall'osservazione di circa un secolo, dal 1900 al 1994, e trova conferma dai valori registrati nel periodo 1995-1999. Per le quattro stazioni di Perugia, Gubbio, Orvieto e Terni, vanno segnalati, inoltre, marcati sbalzi per i valori pluviometrici specie per il mese di ottobre-novembre, nonché la diminuzione delle precipitazioni invernali nell'ultimo decennio (gennaio-febbraio-marzo).

Queste "anomalie" rappresentano l'evidenza, a livello regionale, del fenomeno che su scala più ampia interessa l'area continentale europea: la sempre più frequente presenza di perturbazioni di tipo "frontale", plausibilmente determinata dal cambiamento delle caratteristiche chimiche dell'atmosfera (aumento dei livelli di anidride carbonica) che incrementa la capacità di cattura dell'energia solare (effetto serra) e, quindi, aumenta l'intensità energetica dei fenomeni meteorologici.

1.3 Uso del suolo

L'importanza del suolo nella biosfera non risiede soltanto nella sua funzione di supporto meccanico e di riserva degli elementi nutritivi per la vegetazione, ma soprattutto nel suo ruolo fondamentale negli equilibri ambientali.

Le strette interazioni tra suolo e ambiente fanno sì che l'inquinamento del suolo si ripercuota oltre che sulla sua produttività (intesa come resa e qualità del prodotto) anche sulla composizione dell'idrosfera. L'inquinamento del suolo può essere inteso come un'alterazione degli equilibri chimici e biologici che in esso hanno sede, causata dall'apporto di sostanze estranee o da sostanze in eccesso. Esso può provocare in tempi più o meno lunghi la perdita della fertilità, la predisposizione ai fenomeni erosivi, l'ingresso di sostanze estranee alla catena alimentare e, infine, l'alterazione degli altri comparti ambientali.

La più recente rappresentazione dell'uso del suolo in Umbria è ricavabile dalla banca-dati associata al progetto CORINE Land Cover (2000), purtroppo non confrontabile con classificazioni precedenti. Essa restituisce i seguenti usi: territori agricoli; territori boscati e ambienti seminaturali; terreni modellati artificialmente; corpi idrici.

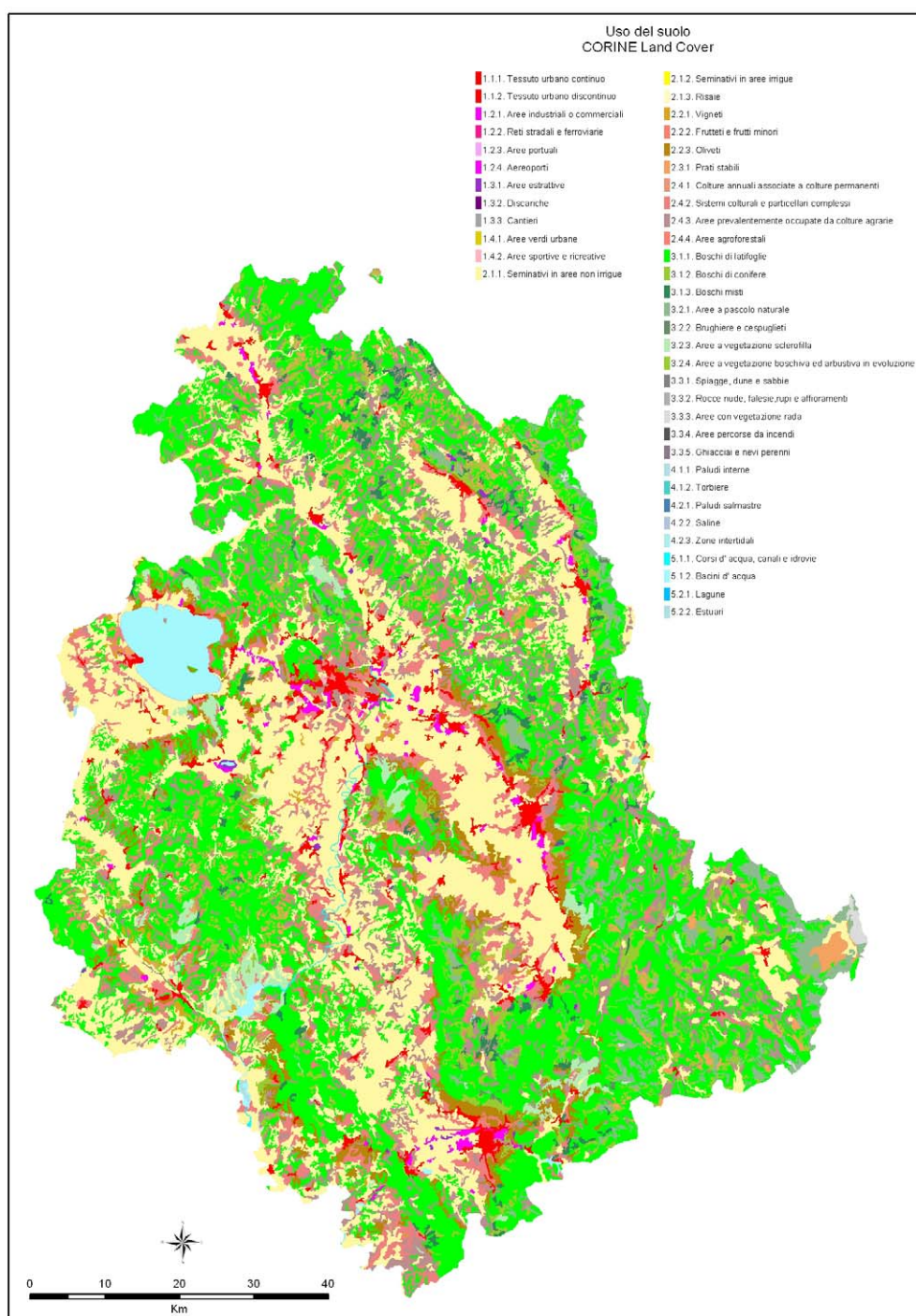


Fig. 3 - Uso del suolo

Fonte: ARPA Umbria

Per quanto riguarda l'uso reale del suolo in Umbria, una prima indicazione può essere evidenziata analizzando i risultati definitivi del V Censimento generale dell'agricoltura dell'anno 2000. L'ISTAT ha rilevato con questo rapporto che 57.153 aziende, distinte tra agricole, zootecniche e forestali utilizzano una Superficie Agricola (SAU) pari a 367.141 ettari a fronte di una Superficie Agricola Totale (SAT) di 642.492 ettari. L'assetto dell'uso del territorio agricolo è variato rispetto a quanto evidenziato dal censimento del 1990 in modo tale che a oggi il numero delle aziende è diminuito di 1.398 unità (2,4%

in meno rispetto al 1990), la superficie totale è diminuita di 42.568 ettari (6,2% in meno rispetto al 1990) e la SAU è diminuita di 29.044 ettari (7,3% in meno rispetto al 1990).

Tab. 3 - Uso reale del suolo

Coltivazioni	Superficie investita (ettari) 1990	Superficie investita (ettari) 2000	Variazione %
Seminativi	247.123,50	234.544,53	- 5,1
Coltivazioni legnose agrarie	47.969,09	49.515,97	+3,2
Prati permanenti e pascoli	101.092,78	83.080,92	- 17,8
Superficie agricola utilizzata (SAU)	396.185,38	367.141,42	-7,3
Arboricoltura da legno	-	5.790,75	
di cui pioppeti	641,27	377,70	-41,1
Boschi	241.889,35	230.849,28	-4,6
Superficie agraria non utilizzata	27.754,04	22.227,51	-19,9
Altra superficie	18.590,06	16.483,29	-11,3
SUPERFICIE TOTALE	685.060,10	642.492,25	-6,2

Fonte: ISTAT - V Censimento generale dell'Agricoltura anno 2000

Volendo scendere in maggior dettaglio relativamente alle superfici regionali destinate alle colture principali, nella tabella che segue sono state riassunte le SAU per le colture agrarie più importanti di ciascuna categoria produttiva.

Tab. 4 - Superfici per tipo di coltivazione

Coltivazioni	Superficie investita (ettari) 1990	Superficie investita (ettari) 2000	Variazione %
Seminativi	247.123,50	234.544,53	- 5,1%
Cereali	126.413,48	113.871,57	- 9,9%
Frumento tenero	71.858,71	46.763,65	- 34,9%
Frumento duro	4.005,64	17.369,81	+333,6%
Orzo	25.644,45	22.688,03	-11,5%
Granoturco	18.005,34	18.541,07	+3,0%
Legumi secchi	1.555,83	2.885,57	+85,5%
Patata	662,93	340,21	-48,7%
Barbabietola da zucchero	3.951,61	4.673,06	+18,3%
Piante industriali	45.819,28	44.384,39	-3,1%
Ortive	2.044,50	1.973,28	-3,5%
Foraggere avvicendate	52.055,09	43.151,13	-17,1%
Coltivazioni legnose agrarie	47.969,09	49.515,97	+3,2%
Vite	18.034,93	14.227,09	-21,1%
per vini DOC e DOCG	3.895,28	5.440,70	+39,7%
per altri vini	14.120,53	8.762,42	-37,9%
per uva da tavola	16,90	23,01	+36,2%
Olivo	26.828,77	31.692,16	+18,1%
Fruttiferi	2.665,79	2.894,91	+8,6%
Vivai	295,94	295,78	-0,1%
Prati permanenti e pascoli	101.092,79	83.080,92	-17,8%

Fonte: ISTAT - V Censimento generale dell'Agricoltura anno 2000

1.4 Aree protette

La direttiva Habitat, emanata dalla Comunità Europea nel 1992 e recepita in Italia tramite il DPR 357 dell'8 settembre 1997 dal titolo "Regolamento recante attuazione della direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche", si pone come scopo principale il mantenimento della biodiversità.

Si fonda sulla consapevolezza che "nel territorio europeo degli Stati membri, gli habitat naturali non cessano di degradarsi e che un numero crescente di specie selvatiche è gravemente minacciato" e sostiene che "la salvaguardia, la protezione e il miglioramento della qualità dell'ambiente, compresa la conservazione degli habitat naturali e della flora e della fauna selvatiche, costituiscono un obiettivo essenziale di interesse generale perseguito dalla Comunità Europea" (CEE, 1992).

Allo scopo di favorire la rapida attuazione delle misure più adatte a garantire la conservazione della diversità biologica e degli habitat è stata promossa l'istituzione di zone speciali di conservazione articolate all'interno di una rete ecologica europea coordinata e coerente denominata "Natura 2000". I siti vengono individuati sulla base della presenza degli habitat e delle specie animali e vegetali elencate negli allegati I e II della direttiva Habitat, ritenuti di importanza comunitaria.

All'interno del territorio umbro, attualmente risultano individuati 99 pSIC (zone proponibili per una identificazione come Siti di importanza Comunitaria), di cui 76 nella Provincia di Perugia e 23 nella Provincia di Terni, e 7 ZPS (Zone di Protezione Speciale), rispettivamente 3 e 4 nelle due Province.

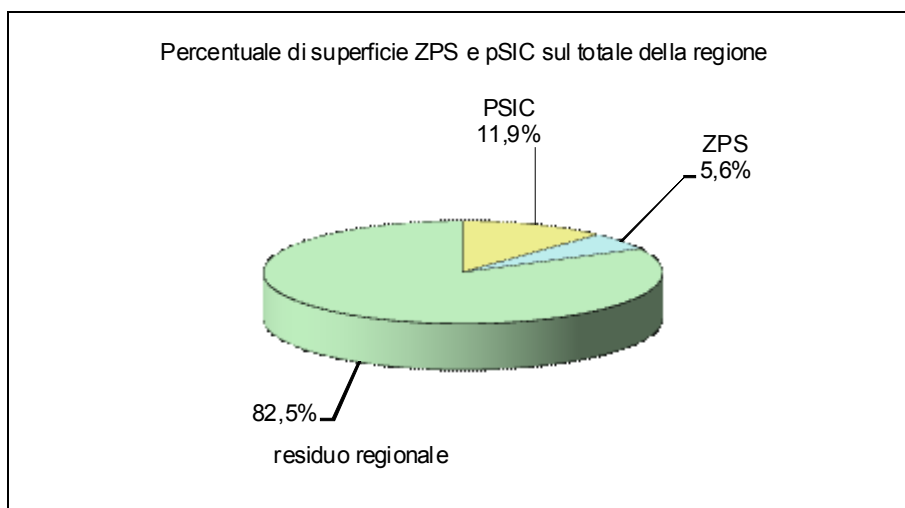


Fig. 4 – Percentuale di superficie delle aree protette sul totale regionale

Fonte: ARPA Umbria

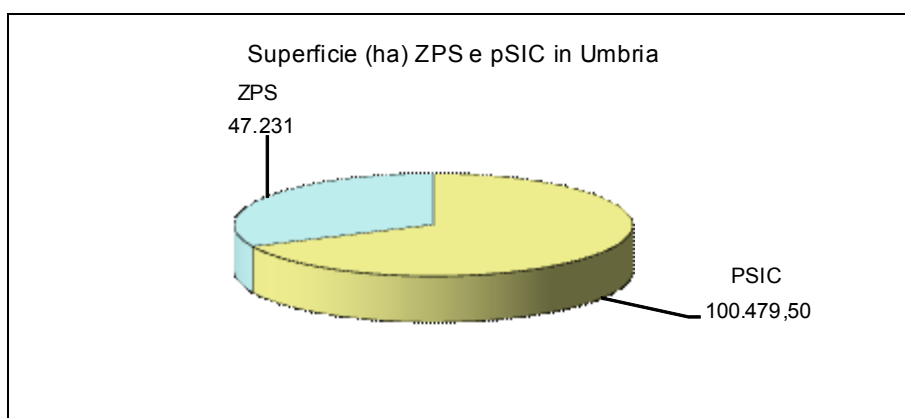


Fig. 5 – Superficie delle aree protette in Umbria

Fonte: ARPA Umbria

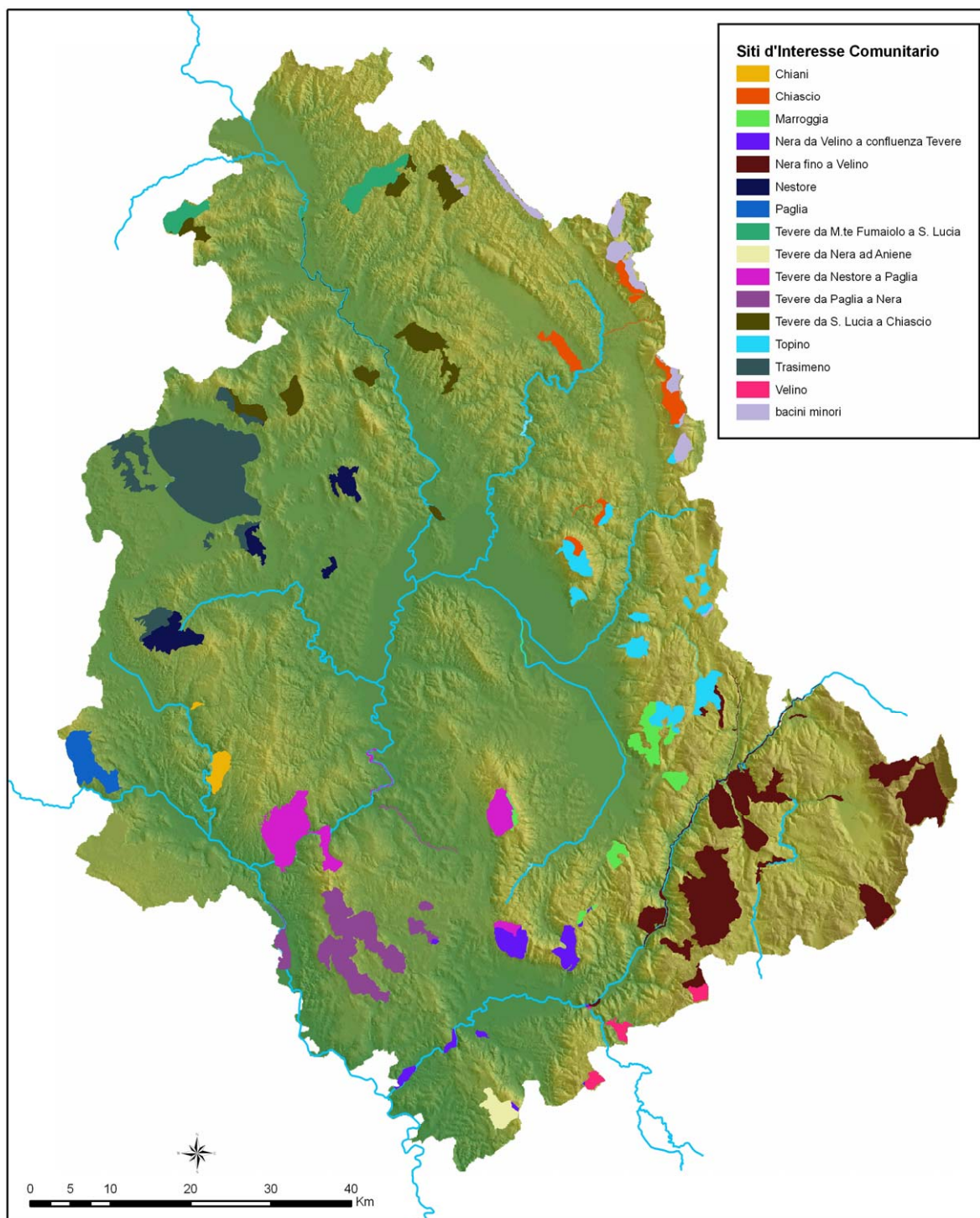


Fig. 6 - Siti d'interesse Comunitario (SIC)

Fonte: ARPA Umbria

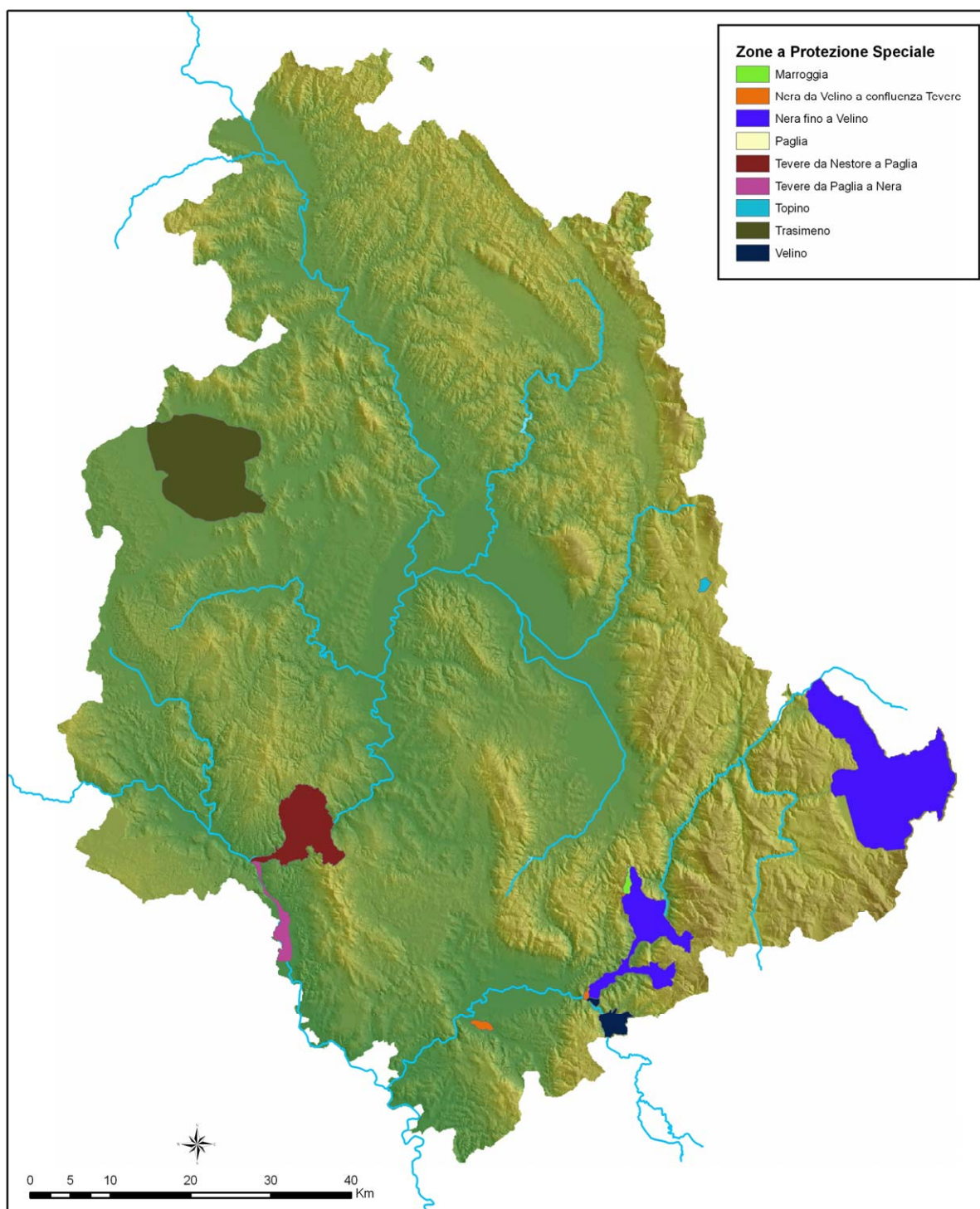


Fig. 7 - Zone a protezione speciale (ZPS)

Fonte: ARPA Umbria

1.5 Caratteristiche socio-economiche

1.5.1 Popolazione

La popolazione totale dell'Umbria ammonta a 825.826 residenti e 834.133 presenti al 21 ottobre 2001, secondo le rilevazioni del XIV censimento della popolazione e 840.482 residenti al 31 dicembre 2000, secondo i dati dell'annuario ISTAT regionale.

Con riferimento a questi ultimi, il profilo demografico della regione si conferma oltremodo variegato. Infatti:

- le due province hanno un peso abbastanza diverso: la provincia di Perugia accoglie il 73,5% della popolazione complessiva (617.368 abitanti), mentre il restante 26,5% (223.114 ab.) è nella provincia di Terni;
- in ognuna delle due province il peso del capoluogo è preponderante rispetto al resto del territorio: Perugia, con 158.282 abitanti, rappresenta il 25,6% della popolazione provinciale, mentre Terni, con 107.739 abitanti, ne raccoglie addirittura il 48,3%.
- I due capoluoghi accolgono insieme il 31,7% della popolazione mentre il restante 68,3% è disperso in oltre 90 comuni di cui 63 hanno una popolazione inferiore a 5.000 abitanti (16,4% del totale); tutti gli altri comuni ad eccezione di Foligno ricadono tra i 5.000 ed i 50.000 abitanti con il 45,7% della popolazione regionale.

La crescita della popolazione nell'ultimo decennio è pari al 3,6 per mille con la quasi totalità dell'incremento registrato in Provincia di Perugia ed in totale 67 comuni hanno visto crescere in misura diversa la propria popolazione. Sul dato influisce in modo determinante il flusso migratorio risultato più marcato nel perugino, quasi doppio rispetto a quello del ternano.

Il saldo naturale invece è negativo in entrambe le province umbre con un indice di invecchiamento lievemente superiore per quella ternana.

Anche i flussi turistici determinano una modifica, sebbene temporanea, della popolazione residente. Nel 2001 l'Umbria è stata interessata da oltre 5 milioni di presenze il larga parte (86%) concentrate nella Provincia di Perugia. In genere si tratta di presenze che si fermano in regione per un periodo breve (permanenza media minore di 3 giorni) con una crescita piuttosto marcata negli ultimi anni per le presenze nella Provincia di Terni.

1.5.2 Struttura produttiva

Nella struttura produttiva regionale le aziende agricole e zootecniche risultano in calo. Le prime erano nel 2000 in totale 57.153 in calo del 6,6% rispetto al 1982; una riduzione è riscontrata anche per la Superficie Agricola Utilizzata (SAU) con 367.141 ha totali registrati nel 2000 (12,2% in meno rispetto al 1982).

Dal V censimento generale dell'agricoltura, al 22 ottobre 2000 le aziende agricole dell'Umbria che praticano l'allevamento risultano essere 25.526, pari al 44,7% del totale (20,8% in meno rispetto al 1990) (Tab. 5).

Gli allevamenti più diffusi sono:

- avicolo (praticato da circa l'89% delle aziende allevatrici)
- suinicolo (29,4% delle aziende allevatrici)
- ovinicolo (14,9% delle aziende allevatrici)

Seguono gli allevamenti dei bovini (13,9% delle aziende con allevamenti), degli equini (6,7% delle aziende) e quello dei caprini (2,9% delle aziende con allevamenti).

Tutte le specie di bestiame hanno registrato diminuzioni rilevanti nel numero di aziende allevatrici, ad eccezione dei bufalini, che comunque rappresentano un fenomeno marginale in Umbria.

Tab. 5 - Allevamenti zootecnici

Specie di bestiame	Numero di aziende	Numero di capi
AZIENDE CON ALLEVAMENTI	25.526	
BOVINI E BUFALINI	3.555	63.120
Vacche da latte	404	9.365
OVINI	3.815	149.814
Pecore	3.586	136.573
CAPRINI	740	6.302
Capre	603	4.354
EQUINI	1.699	8.251
SUINI	7.503	250.492
Scrofe	599	11.928
CONIGLI	11.706	193.293
Fattrici	9.875	40.575
ALLEVAMENTI AVICOLI	22.701	8.170.282
Polli da carne	14.836	3.622.058
Galline da uova	20.649	2.994.910
Altri avicoli	8.165	1.553.314

Fonte: ISTAT - V Censimento generale dell'Agricoltura anno 2000

I dati del Censimento Industria e Servizi del 2001 dell'ISTAT individuano tre macro settori economici: Industria, Commercio e Altri Servizi ognuno dei quali ulteriormente suddiviso in sotto settori. In Umbria il settore preponderante è quello dei servizi con il 41,6%, seguito dal commercio con il 29,9% ed infine l'industria con il 28,5%.

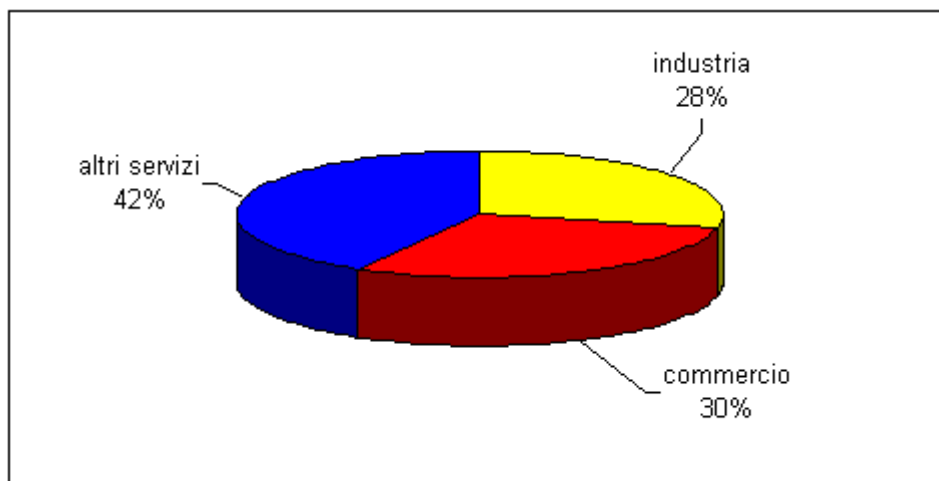


Fig. 8 - Distribuzione percentuale dei settori economici

Fonte: ISTAT - VIII Censimento dell'Industria e dei Servizi anno 2001

Il comparto industriale raccoglie 19.879 unità locali e 107.099 addetti, il commercio ne raccoglie 20.894 con 48.767 addetti, mentre Altri Servizi comprende 29.026 unità locali e 80.195 addetti.

Il comparto industriale, diffuso su tutto il territorio umbro, è caratterizzato da numerose piccole-medie imprese appartenenti alle sezioni: estrazione di minerali, attività manifatturiere, produzione e distribuzione di energia elettrica, gas ed acqua, costruzioni.

Nell'ambito dell'industria, i due sottosettori più sviluppati sono le attività manifatturiere con 10.068 unità locali e 76.217 addetti e le costruzioni con 9.071 unità locali e 28.186 addetti.

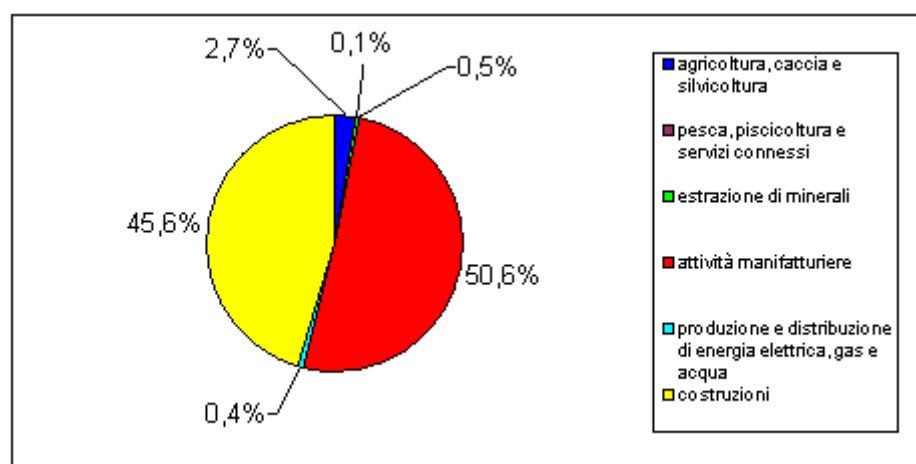


Fig. 9 - Distribuzione percentuale delle sezioni economiche

Fonte: ISTAT - VIII Censimento dell'Industria e dei Servizi anno 2001

Per quanto riguarda il macro settore "Altri Servizi", il sotto settore più sviluppato risulta quello delle "Attività immobiliari, noleggio, informatica....." con 12.582 unità locali seguito da "Alberghi e ristoranti" con 4.204 unità locali.

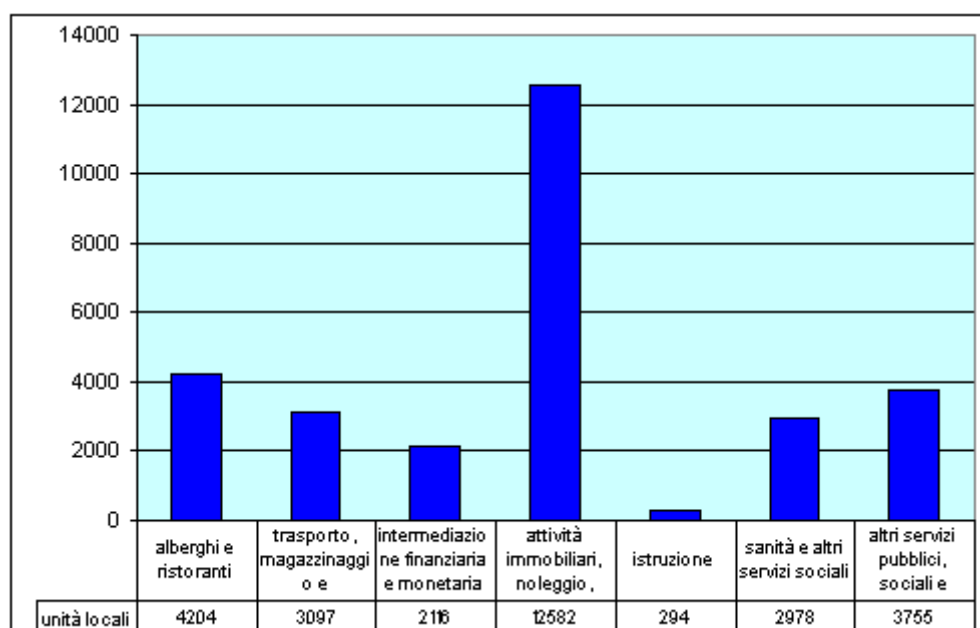


Fig. 10 - Numero di unità locali nella sezione economica altri servizi

Fonte: ISTAT - VIII Censimento dell'Industria e dei Servizi anno 2001

2 CARATTERIZZAZIONE DEI BACINI IDROGRAFICI E DEI CORPI IDRICI SUPERFICIALI

2.1 Bacino del fiume Tevere

2.1.1 Sottobacino Alto Tevere

E' la porzione montana del bacino del fiume Tevere che va dalle origini (monte Fumaiolo in Emilia Romagna, circa 1.300 m s.l.m.) fino a monte della confluenza con il fiume Chiascio. La superficie del bacino è pari a circa 2.174 km² di cui 1.436 in territorio umbro. La massima quota è di 1.454 m s.l.m., ma più del 95% del territorio presenta quote inferiori a 900 m s.l.m., con quota media di 541 m s.l.m. La densità di drenaggio media è di 1,48 km/km².

Il bacino è caratterizzato da una morfologia prevalentemente collinare con una forte prevalenza di litologie scarsamente permeabili.

In territorio toscano il fiume disegna una valle alluvionale di discreta ampiezza, l'Alta Valle del Tevere che prosegue in territorio umbro fino alla soglia di Santa Lucia, pochi chilometri a sud di Città di Castello; più a sud si apre la Media Valle del Tevere, per lo più ricompresa nel sottobacino Medio Tevere. Altra zona pianeggiante di una certa estensione è il settore della Conca Eugubina compreso all'interno del bacino del torrente Assino. Tutte e tre le aree vallive sono sede di acquiferi alluvionali di una certa importanza.

I principali affluenti di questo tratto del Tevere, in territorio umbro, sono i torrenti Cerfone, Nèstore e Niccone in destra idrografica, Carpina e Assino in sinistra idrografica. I corsi fluviali ricadenti in questo sottobacino presentano un regime marcatamente torrentizio, di tipo appenninico o di magra estiva.

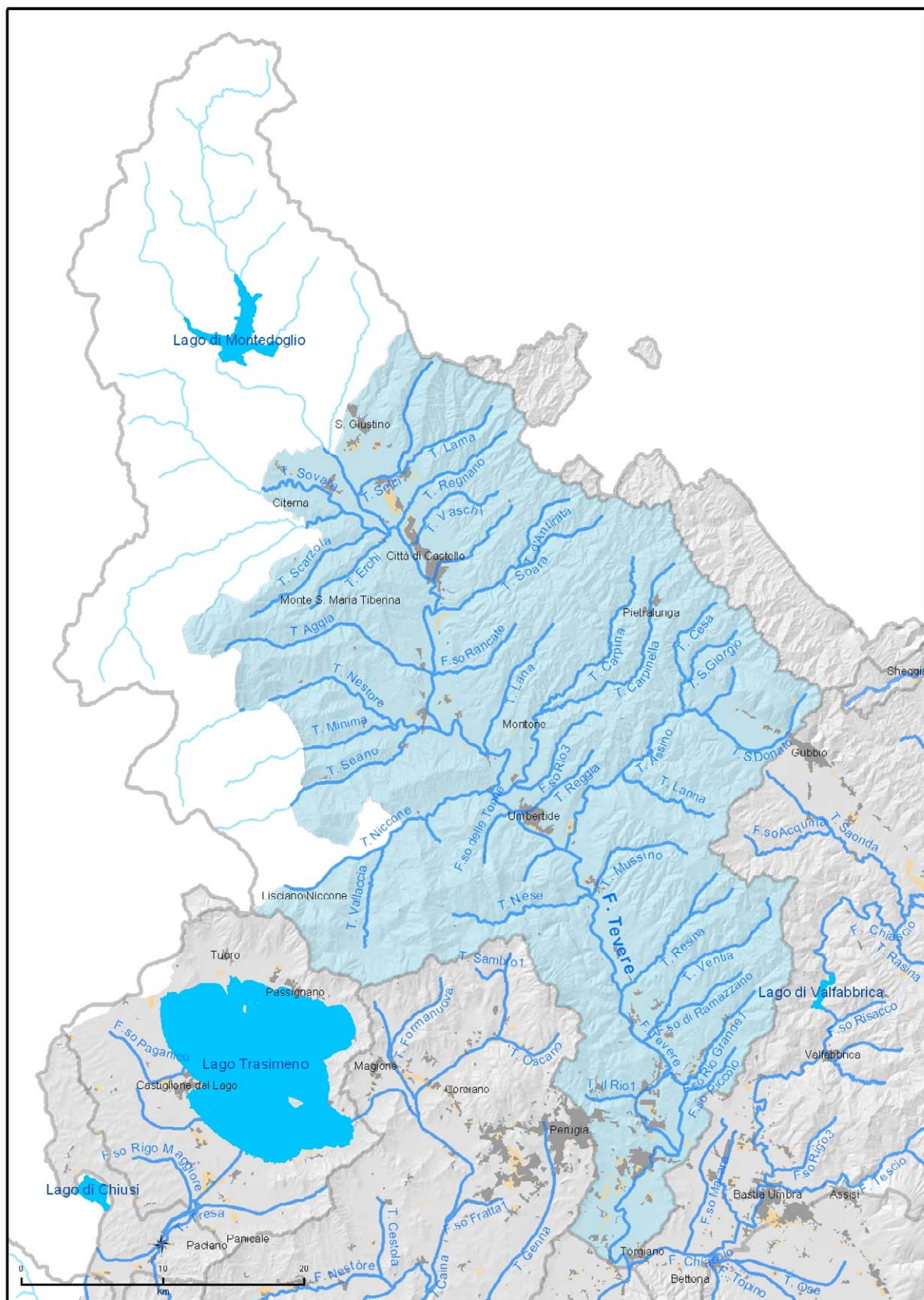
In territorio toscano, in località Gorgabuia, è stato realizzato, mediante sbarramento sul fiume Tevere, l'invaso artificiale di Montedoglio, recentemente entrato in esercizio. L'invaso, con superficie di circa 8 km² e capacità di 142,5 Mm³, è destinato a uso plurimo (prevalentemente irriguo e idropotabile).

I principali agglomerati urbani presenti nel sottobacino sono localizzati lungo la pianura del Fiume Tevere e sono rappresentati dagli abitati di Città di Castello ed Umbertide; Perugia ricade solo parzialmente nel territorio in esame, poiché una sua parte è ricompresa all'interno del sottobacino Nestore.

Attività agricola di particolare importanza è la coltivazione del tabacco in Alta Valle del Tevere.

Il sistema viario principale è rappresentato dalla Strada Statale n.3 bis e dalla Ferrovia Centrale Umbra che attraversano il territorio da nord a sud lungo il bordo orientale delle aree vallive.

Il sistema industriale si sviluppa con geometria lineare lungo le stesse vie di comunicazione con due aree a elevato grado di saturazione: la prima, a nord, nei comuni di Città di Castello, Umbertide e San Giustino, la seconda, a sud, nel comune di Perugia. I settori produttivi principali caratterizzati da alta industrializzazione risultano quelli del tabacco, vestiario, legno, carta e cartone, ceramica e macchine per l'agricoltura.



Fonte: ARPA Umbria

2.1.2 Sottobacino Medio Tevere

È la porzione di bacino del Tevere sottesa dal tratto di fiume che va dalla confluenza con il fiume Chiascio fino a monte della confluenza con il fiume Paglia per una superficie di 903 km². Il bacino complessivamente sotteso dalla sezione di chiusura ha una superficie di circa 5.764 km² di cui 5.026 in territorio umbro e comprende l'Alto Tevere, i sottobacini del Chiascio (e del sistema Topino-Marroggia) e del Nestore. Tali sottobacini vengono trattati come unità idrografiche indipendenti.

Il bacino presenta morfologia prevalentemente collinare con una forte prevalenza di litologie scarsamente permeabili.

Solo al suo margine orientale comprende parte della struttura dei monti Martani e nella porzione sudoccidentale la propaggine settentrionale della struttura dei monti di Narni e d'Amelia. Le due strutture carbonatiche sono caratterizzate da elevata permeabilità e sono sede di acquiferi importanti anche se con soggiacenza molto elevata.

Nella parte occidentale del bacino, fino all'altezza di Todi, il Tevere disegna una valle di modesta ampiezza, la Media Valle del Tevere, che si sviluppa con direzione nord sud ed è sede dell'omonimo acquifero alluvionale.

Più a valle il fiume scorre incassato nella Gola del Fusello, fino all'invaso di Corbara, lago artificiale realizzato negli anni '60 per scopi idroelettrici mediante sbarramento lungo l'asta principale. Il Lago di Corbara di superficie superiore a 10 km² e profondità massima 51 metri, ha un volume di invaso di 192 Mm³.

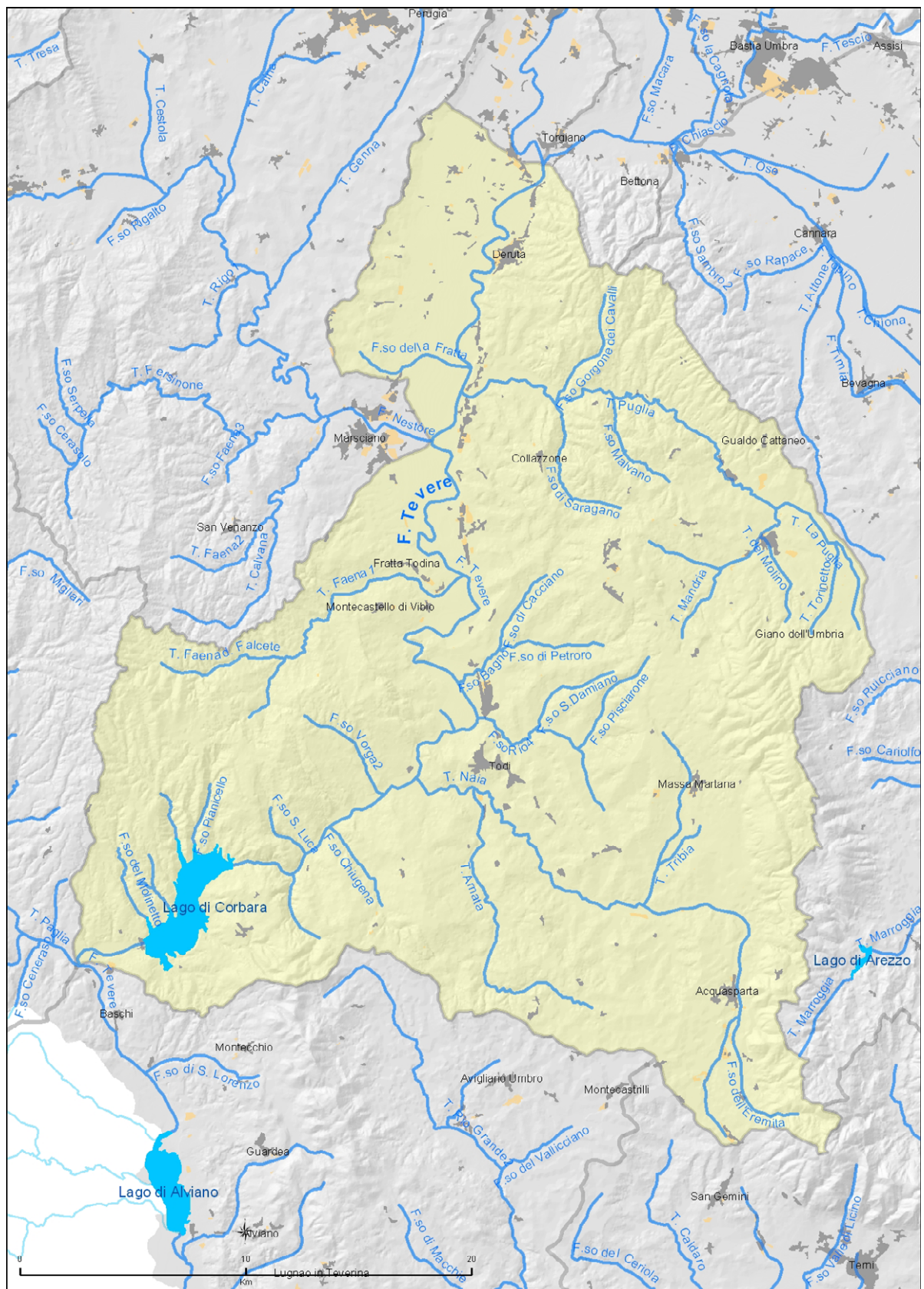
Gli affluenti principali del Tevere in questo tratto sono il fiume Chiascio, in sinistra idrografica, e il fiume Nestore, in destra; affluenti minori sono il torrente Puglia e il torrente Naia, ambedue in sinistra idrografica.

In linea generale, il sottobacino presenta una bassa densità di popolazione; le zone a più elevata densità sono rappresentate dagli abitati di Marsciano e Todi.

La valle del fiume Tevere, compresa tra il Comune di Marsciano e l'Alto Tevere, costituisce una zona di particolare interesse agricolo.

Il sistema viario principale è rappresentato dalla Strada Statale n.3 bis e dalla Ferrovia Centrale Umbra che attraversano il territorio a nord a sud.

Per quanto riguarda il settore industriale, lungo tali arterie, tra Marsciano e Todi ed in alcune aree del comune di Massa Martana, sono localizzati vari agglomerati produttivi e ambiti con elevato grado di saturazione, intervallati a zone a più forte dispersione. I settori produttivi principali risultano quelli della lavorazione granaglie, vestiario, ceramiche e materiali per l'edilizia.



Fonte: ARPA Umbria

2.1.3 Sottobacino Basso Tevere

È la porzione di bacino del Tevere sottesa dal tratto di fiume che va dalla confluenza con il fiume Paglia fino alla confluenza dell'Aniene nel Lazio per una superficie di 1400 km² di cui 518 in territorio umbro. La superficie complessivamente sottesa dalla stazione di chiusura è di 12.805 km² di cui 7.745 in Umbria.

Lungo questo tratto il fiume segna il confine amministrativo tra la Regione Umbria e la Regione Lazio e solo la porzione di bacino idrografico in sinistra è compresa in territorio umbro.

La morfologia è prevalentemente collinare. In gran parte del bacino affiorano depositi a granulometria eterogenea di ambiente da marino a continentale andando da ovest a est. La fascia centrale è interessata dalla presenza della dorsale carbonatica dei monti di Narni e d'Amelia, sede di un acquifero poco conosciuto. In questo tratto la valle del fiume Tevere ha modesta dimensione trasversale e non è sede di acquiferi di interesse.

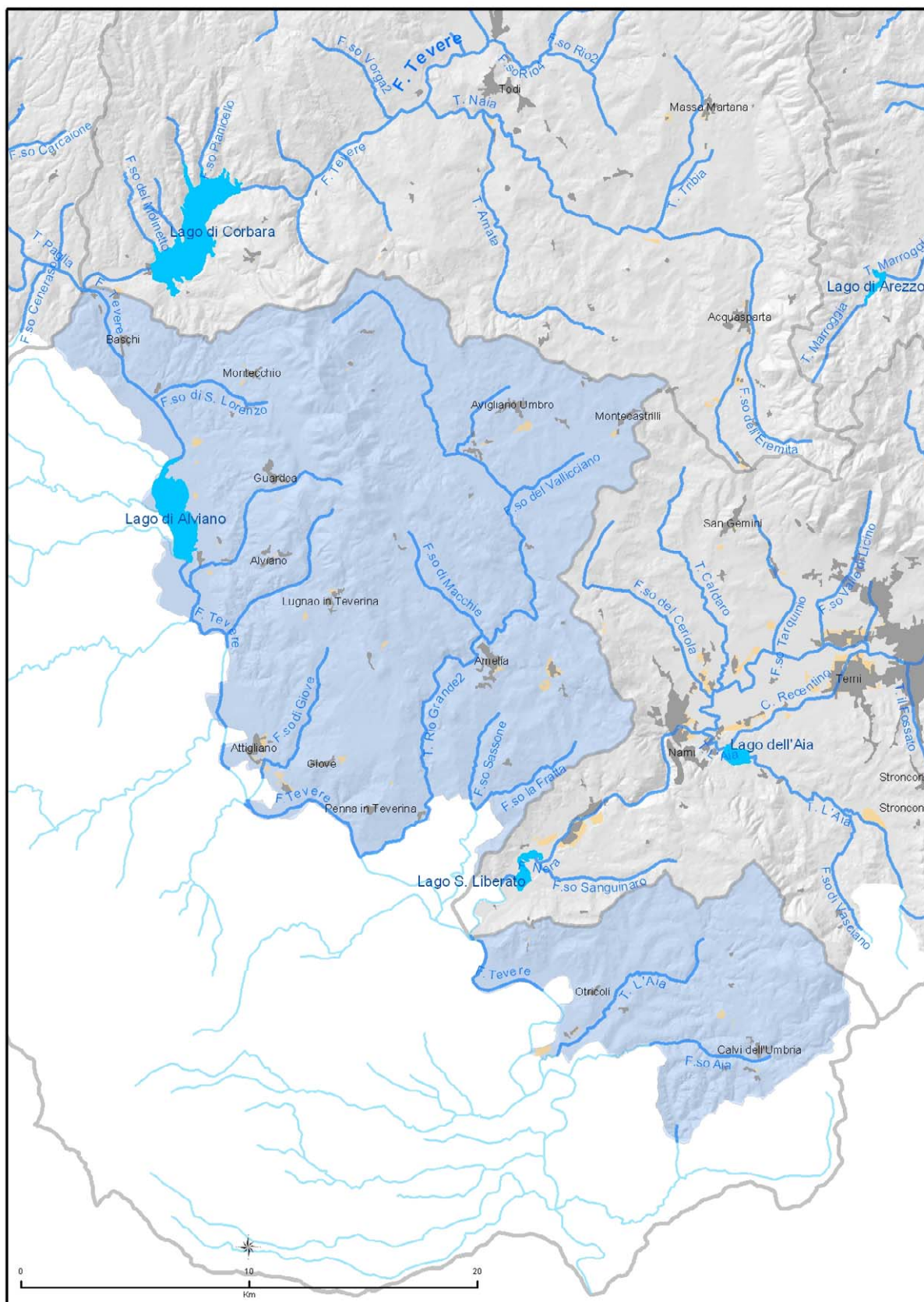
I principali affluenti sono il fiume Paglia e il fiume Nera, che vengono trattati come unità idrografiche indipendenti. Tra gli affluenti secondari va citato il Rio Grande.

Lungo il corso del fiume Tevere è stato realizzato mediante sbarramento il Lago di Alviano per scopi idroelettrici. Il lago presenta una superficie di 3.4 km² e profondità massima di 11 metri. Il corpo idrico, con i suoi 500 ettari di palude, rappresenta una tra le più importanti oasi faunistiche regionali ed è stato individuato come area naturale protetta regionale, pSIC ai sensi della Direttiva Habitat 92/43/CEE e ZPS ai sensi della Direttiva Uccelli 79/409/CEE.

Il principale insediamento abitativo è costituito dall'agglomerato di Amelia.

Tutti gli altri comuni compresi nel sottobacino hanno una popolazione molto modesta che singolarmente non supera i 2.000 abitanti. Non sono presenti attività produttive rilevanti.

Il reticolo viario e ferroviario principale si sviluppa lungo l'asse della valle.



Fonte: ARPA Umbria

2.1.4 Sottobacino Chiascio

Il fiume Chiascio ha origine nella fascia collinare compresa tra i Monti di Gubbio e la dorsale appenninica, ad una quota di circa 850 m s.l.m. e, dopo un corso di 95 km, confluisce nel fiume Tevere a Torgiano, in sinistra idrografica.

La sezione di chiusura sottende un bacino di 1.962 km², di cui più del 60% ricadenti nel bacino del fiume Topino, che viene trattato come unità idrografica indipendente.

Il bacino è delimitato a Nord-Est da una serie di rilievi, che costituiscono, tra l'altro, il limite amministrativo fra le regioni Umbria e Marche. Quest'area, che rappresenta l'unica parte del bacino di quote superiori a 1000 m s.l.m., è formata da rocce prevalentemente calcaree, con spiccate caratteristiche di permeabilità. La circolazione idrica sotterranea che ne deriva alimenta quindi alcune sorgenti perenni (emergenze dell'acquifero carbonatico dell'unità di Monte Cucco) che, laddove non captate da acquedotti, danno origine a corsi d'acqua brevi, con portata variabile ma perenne durante il corso dell'anno.

La restante parte del bacino è delimitata a Nord dal valico di Madonna della Cima (809 m s.l.m.) e dal M. Foce (983 m s.l.m.). Il limite attraversa poi la Conca Eugubina e prosegue sulle colline che separano tale conca dalla valle del Tevere. La formazione geologica prevalente in quest'area è quella marnoso-arenacea. La componente marnosa conferisce al terreno una bassa permeabilità che attiva una circolazione superficiale marcatamente torrentizia, alimentata da scarse sorgenti con portata molto variabile e tendenza ad esaurirsi in assenza di precipitazioni.

A sud-est lo spartiacque attraversa la conca di Gualdo Tadino, supera le colline che si interpongono tra la Valtopina e il M. Subasio e da qui discende verso l'ampia area valliva rappresentata dalla porzione settentrionale della Valle Umbra nord, sede di uno degli acquiferi alluvionali più importanti della regione.

A monte della confluenza con il fiume Topino la quota media del bacino è di 524 m s.l.m. e la densità di drenaggio pari a 1.48 km/km². Alla sezione di chiusura questa scende a 1.43 km/km². La pendenza media dell'alveo è di 0,7%.

Gli affluenti principali del fiume Chiascio sono il torrente Saonda in destra idrografica, il fiume Topino, il fiume Tescio e il torrente Rasina in sinistra.

Lungo il corso del fiume Chiascio, in località Valfabbrica, è stato realizzato uno sbarramento per la creazione di un invaso artificiale, il Lago di Valfabbrica, attualmente in fase di invaso.

Dal punto di vista degli insediamenti antropici, i principali agglomerati sono rappresentati dagli abitati di Gubbio e Gualdo Tadino nella porzione settentrionale ed orientale e dagli abitati di Bastia e Santa Maria degli Angeli in Valle Umbra.

Le principali linee viarie comprendono la Strada Statale n. 75 e le linee ferroviarie Foligno-Terontola in Valle Umbra e Orte-Falconara nella porzione orientale del bacino.

La Conca Eugubina e la Valle Umbra nord sono interessate dalla presenza di zone di particolare interesse agricolo.

Per quanto riguarda il settore industriale, le attività produttive sono concentrate nelle tre aree vallive principali. In Valle Umbra le aree industriali si sviluppano lungo le principali vie di comunicazione nei Comuni di Bastia e Assisi. I settori produttivi principali sono quelli della lavorazione e trasformazione dei metalli, alimentari e tabacco e tessile.

Nell'Eugubino-Gualdese sono localizzati agglomerati produttivi a prevalente utilizzazione industriale, anche con elevato grado di saturazione. I settori produttivi principali caratterizzati da bassa industrializzazione risultano quelli della lavorazione e trasformazione dei metalli, della produzione di cemento, calce e gesso, delle ceramiche.

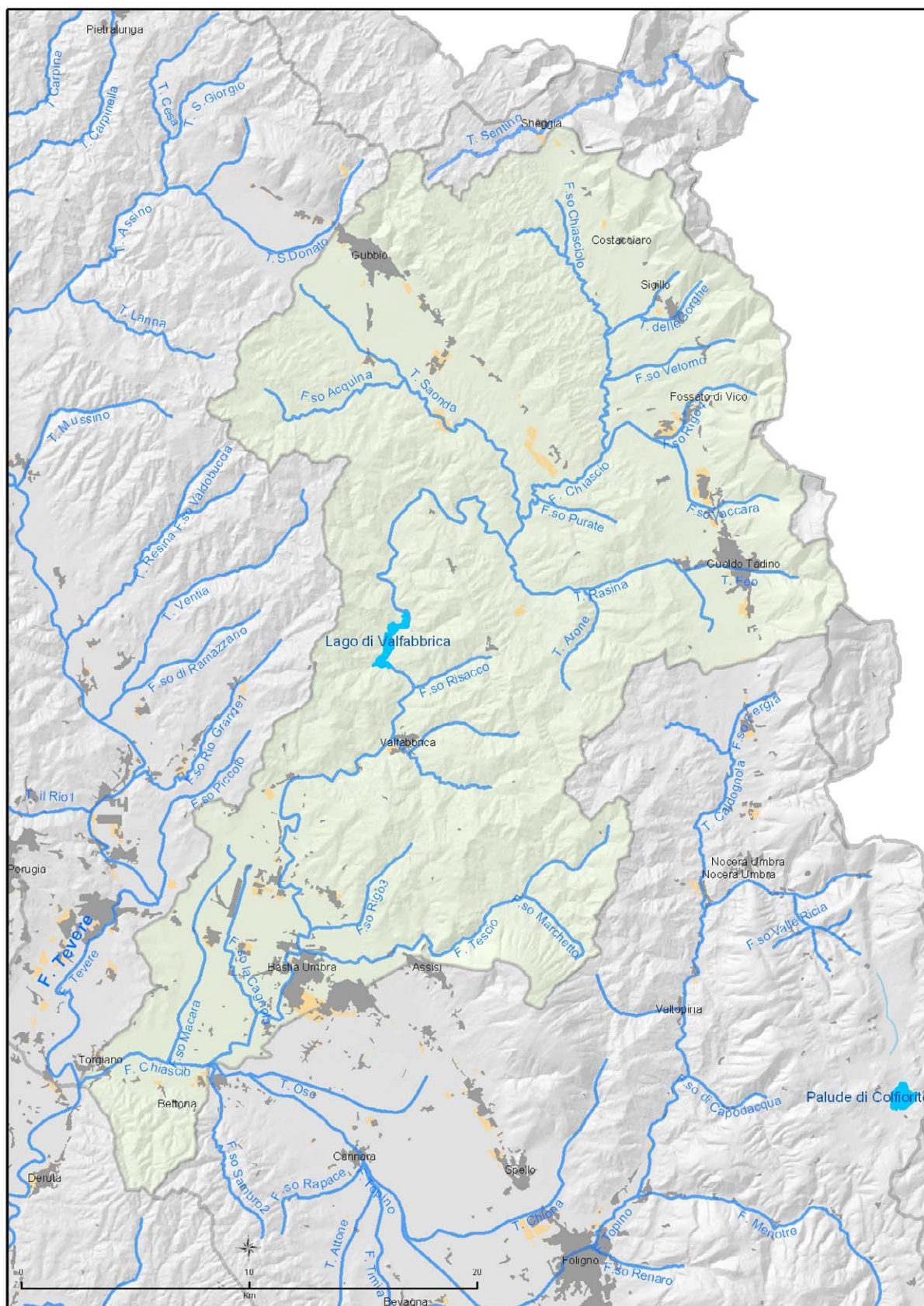


Fig. 14 - Sottobacino Chiascio

Fonte: ARPA Umbria

2.1.5 Sottobacino Topino Marroggia

Il sottobacino del Topino - Marroggia, con estensione di 1.234 km², presenta quota media di 552 m s.l.m. e densità di drenaggio 1.42 km/km².

Tutta la porzione orientale del bacino è occupata dalla dorsale carbonatica dei monti di Foligno e Spoleto sede di un acquifero calcareo che dà luogo a numerose emergenze sorgentizie. Il massiccio calcareo del Monte Subasio viene separato da questa dorsale dalla fascia della Valtopina caratterizzata dall'affioramento di terreni marnoso arenaci.

Altra struttura calcarea, parzialmente ricompresa nel bacino, è quella dei monti Martani che occupa la sua porzione meridionale e il bordo sud occidentale. Anche questa struttura è sede di un acquifero ma è priva di sorgenti con portate significative. Il livello di saturazione del serbatoio carbonatico infatti è profondo rispetto al piano campagna. La porzione occidentale del bacino è occupata da una fascia collinare costituita di terreni marnoso arenacei e fluvio lacustri prevalentemente argillosi.

Nella parte centrale si sviluppa, da nord a sud, la più ampia valle della regione, la Valle Umbra, sede dell'omonimo acquifero alluvionale.

Il fiume Topino, principale affluente del Chiascio, ha una lunghezza di quasi 50 km e una pendenza media di circa l'1%, che sale nel tratto di testata al 3%. Ha origine dalla dorsale appenninica e nella parte alta del suo corso riceve le acque di corsi d'acqua a carattere perenne, in quanto beneficiano dell'alimentazione delle sorgenti carbonatiche (fiume Menotre e torrente Caldognola).

Il tratto di valle, invece, riceve le acque del sistema Timia-Teverone-Marroggia caratterizzato da forte variabilità stagionale.

Dopo lo sbocco nella Valle Umbra l'unico corso con caratteristiche di continuità ed abbondanza nella portata rimane il Clitunno; i restanti tributari (Timia, Marroggia, Attone e Ose) assicurano invece il loro apporto solo nei periodi di maggiore piovosità.

Nella porzione orientale del bacino, all'interno del Parco di Colfiorito, si trova l'invaso naturale della Palude di Colfiorito, posta a quota 760 m s.l.m., e di superficie di circa 1 km². Il corpo idrico è compreso tra le zone umide di "importanza internazionale" ai sensi della convenzione di Ramsar del 2 febbraio 1971, in quanto habitat eccellente per l'avifauna.

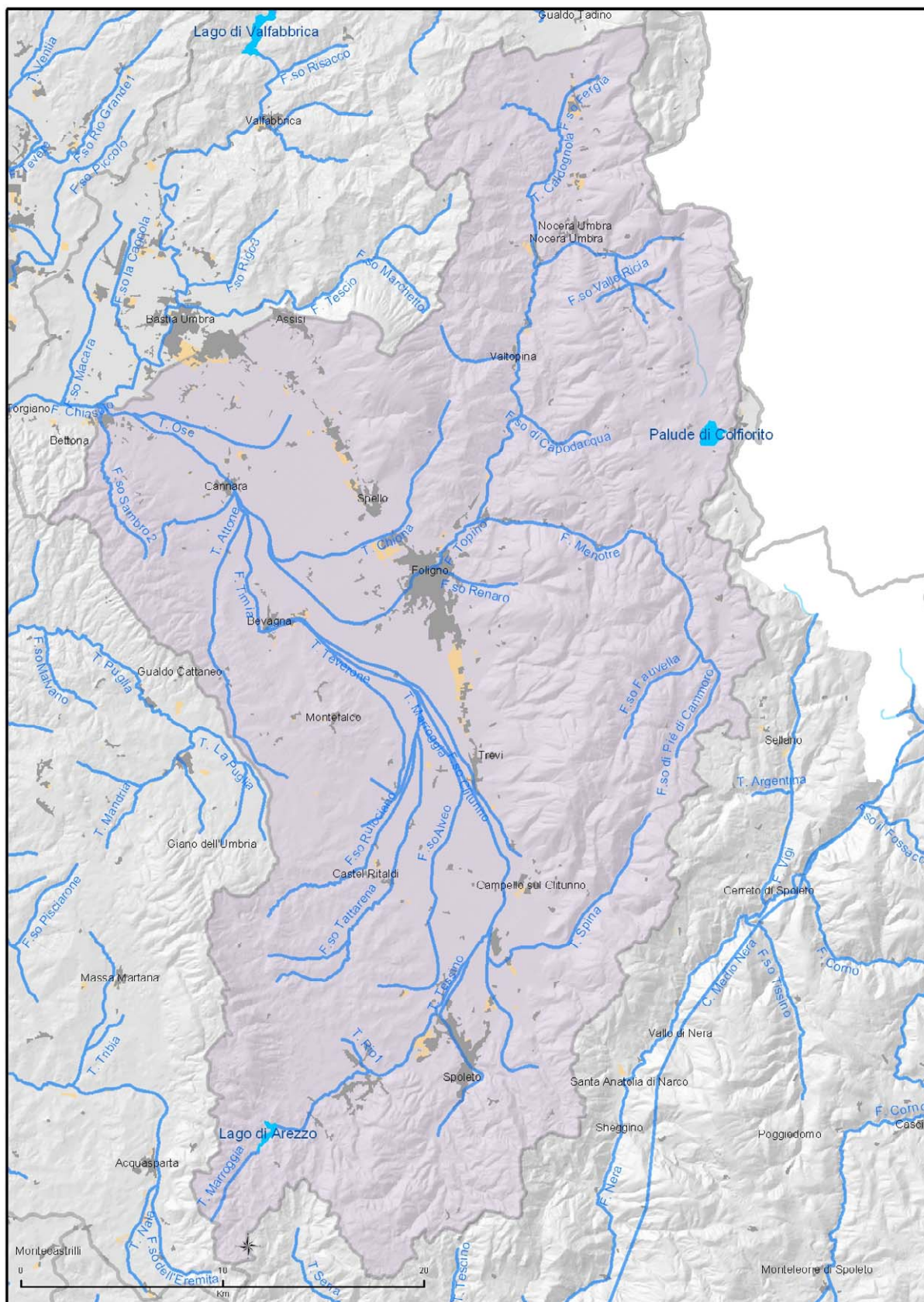
Nella porzione meridionale, lungo il corso del Marroggia, è stato realizzato uno sbarramento che crea un piccolo vaso artificiale per uso irriguo e di laminazione delle piene, denominato Lago di Arezzo, di volume poco inferiore a 7 Mm³.

I principali centri abitati sono rappresentati dalle città di Foligno e Spoleto.

Il sistema viario principale, rappresentato dalle statali n.75 bis e n.3 Flaminia e dalla linea ferroviaria Foligno Terontola, attraversa la valle Umbra in senso longitudinale lungo il suo bordo orientale e, attraverso le valli del Topino e del Menotre, assicura il collegamento con le Marche.

L'attività agricola è molto diffusa sia nella zona pianeggiante della Valle Umbra che nelle fasce collinari.

Per quanto riguarda il settore industriale, i principali insediamenti produttivi risentono della distribuzione della popolazione e dell'andamento delle vie di comunicazione. I più importanti centri manifatturieri del bacino sono ubicati nella fascia orientale della Valle Umbra, e descrivono un allineamento quasi continuo tra Bastia e Campello sul Clitunno e un nucleo più a sud in prossimità di Spoleto. I settori maggiormente sviluppati sono quello delle confezioni di articoli di vestiario e delle industrie tessili in genere, della produzione di mobili e lavorazione del legno, della produzione e lavorazione dei prodotti in metallo, dell'industria del tabacco.



Fonte: ARPA Umbria

2.1.6 Sottobacino Trasimeno

Il bacino naturale del Lago Trasimeno presenta una superficie di circa 306 km² quasi interamente in territorio umbro.

La morfologia è prevalentemente collinare, con aree pianeggianti di modesta estensione localizzate in prossimità dello specchio lacustre nella porzione occidentale del bacino.

Dal punto di vista litologico nella parte occidentale del bacino prevalgono terreni torbiditici caratterizzati da arenarie prevalenti con presenza di livelli marnosi scistosi. Nella porzione orientale invece affiorano terreni fluvio lacustri.

Il lago Trasimeno, con i suoi 124 km² di superficie (corrispondenti alla quota di invaso di 258 m s.l.m.) rappresenta il quarto lago italiano ed il primo dell'area peninsulare. Lo specchio lacustre ha una forma tondeggiante irregolare con sviluppo spondale di 53 km. Al suo interno sono presenti tre isole (Polvese, Maggiore e Minore) con una superficie totale di 0,94 km².

Il lago, di origine naturale, è regolato artificialmente mediante una serie di canali. Da una parte il Trasimeno, che naturalmente si presenta come bacino chiuso, è collegato, infatti, al reticolo idrografico del fiume Nestore tramite lo scolmatore artificiale, noto come emissario, realizzato nel 1898 con funzione di regimazione delle piene. L'abbassamento del livello del lago, tuttavia, strettamente legato alle condizioni idrologiche, ha reso tale collegamento idraulico non più funzionante da più di un decennio, dal momento che non è stato più raggiunto il livello di sfioro. I due bacini vengono pertanto trattati come unità idrografiche indipendenti.

Dall'altra, il bacino del lago Trasimeno è stato ampliato artificialmente di circa 78 km² mediante il collegamento al reticolo idrografico dei torrenti Rigo Maggiore, Tresa, Moiano e Maranzano. Una paratoia sul T. Tresa rappresenta, infatti, lo spartiacque (ad una quota di circa 260 m s.l.m.) in grado di far defluire le acque del Tresa, Rio Maggiore, Maranzano e Moiano (i primi due collegati nel 1957 e gli altri due nel 1961) alternativamente nella Val di Chiana (Lago di Chiusi) o nel bacino del Lago Trasimeno, tramite il Canale Anguillara, suo immissario.

Il lago Trasimeno è caratterizzato da acque poco profonde con massimi di pochi metri e sponde con pendenze minime. Il volume delle sue acque, in condizioni idrologiche normali, è circa 590 Mm³.

I principali insediamenti abitativi presenti nel sottobacino sono localizzati nelle aree limitrofe lo specchio lacustre: Castiglione del Lago, Passignano sul Trasimeno, Tuoro sul Trasimeno.

Il reticolo viario e ferroviario principale è costituito dal raccordo autostradale Perugia-Bettolle e dalla linea ferroviaria Foligno-Terontola che assicurano il collegamento della regione con la Toscana, ad ovest del lago inoltre corre con direzione nord sud la linea ferroviaria Roma-Firenze.

Nell'area sono presenti vaste zone di interesse agricolo, in particolare localizzate nel comune di Castiglione del Lago.

Le attività produttive, legate ad insediamenti prevalentemente localizzati nelle zone costiere, sono invece caratterizzate da forte dispersione.

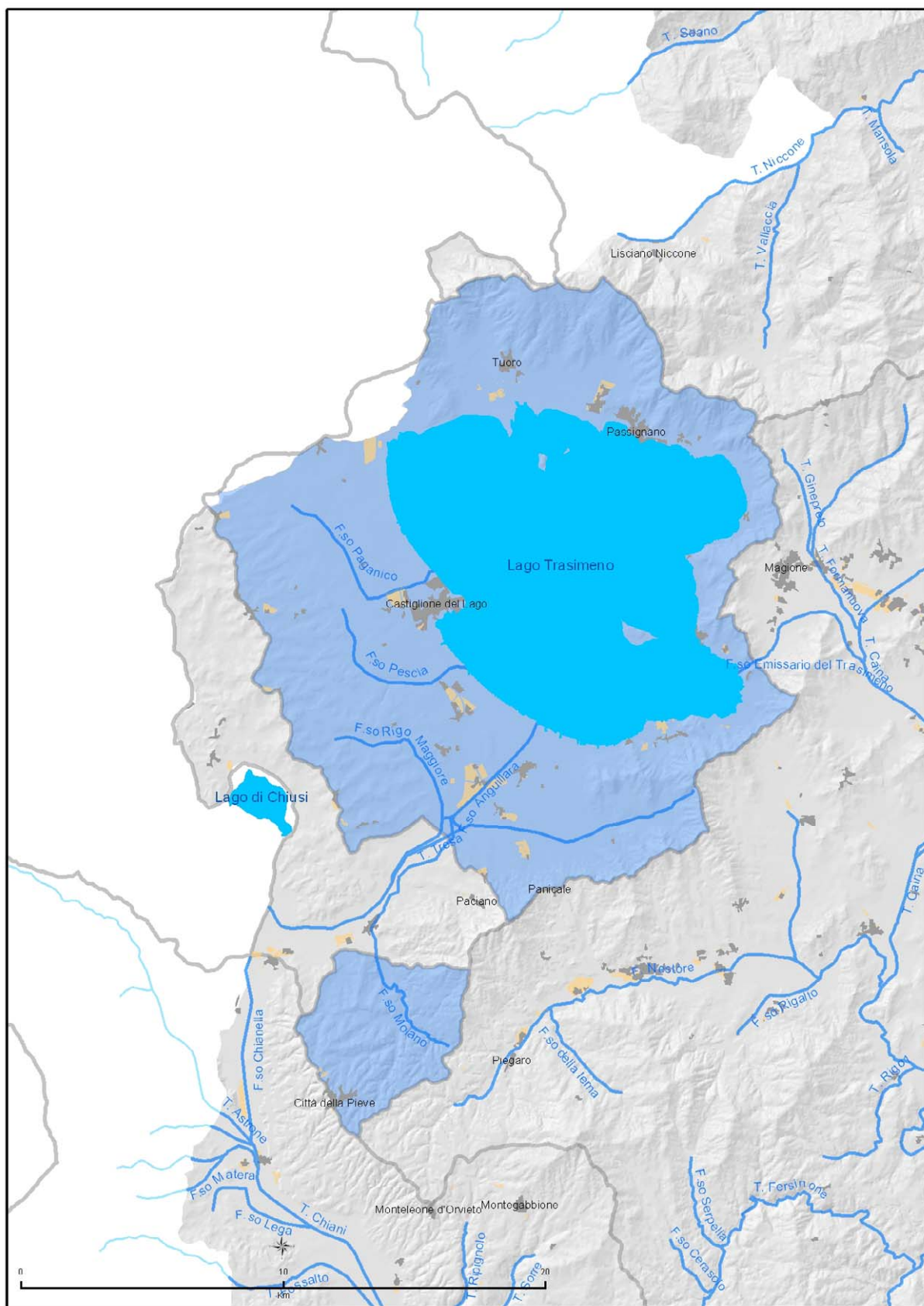


Fig. 16 - Sottobacino Trasimeno

Fonte: ARPA Umbria

2.1.7 Sottobacino Nestore

Il bacino del Nestore si estende per una superficie di circa 726 km².

Il fiume Nestore, affluente in destra idrografica del Tevere, ha una lunghezza complessiva di 48 Km e ha origine nella parte sud-occidentale della regione, a sud del Lago Trasimeno. Questo settore presenta le quote e le pendenze maggiori di un bacino caratterizzato in generale da rilievi modesti e da morfologia dolce.

Nel suo primo tratto il corso d'acqua presenta, infatti, una pendenza media di circa il 2% e scorre in vallate piuttosto incise, che favoriscono un deflusso rapido delle acque meteoriche in alveo con fenomeni di erosione e notevole trasporto solido. Dopo un percorso di circa 10 km, il fiume sbocca in una valle caratterizzata da maggiore ampiezza e basse pendenze.

Il sottobacino, caratterizzato da litologie prevalentemente a medio bassa permeabilità, è privo di corpi idrici sotterranei significativi fatta eccezione per l'area di confluenza con il fiume Tevere dove comprende parte della Media Valle del Tevere.

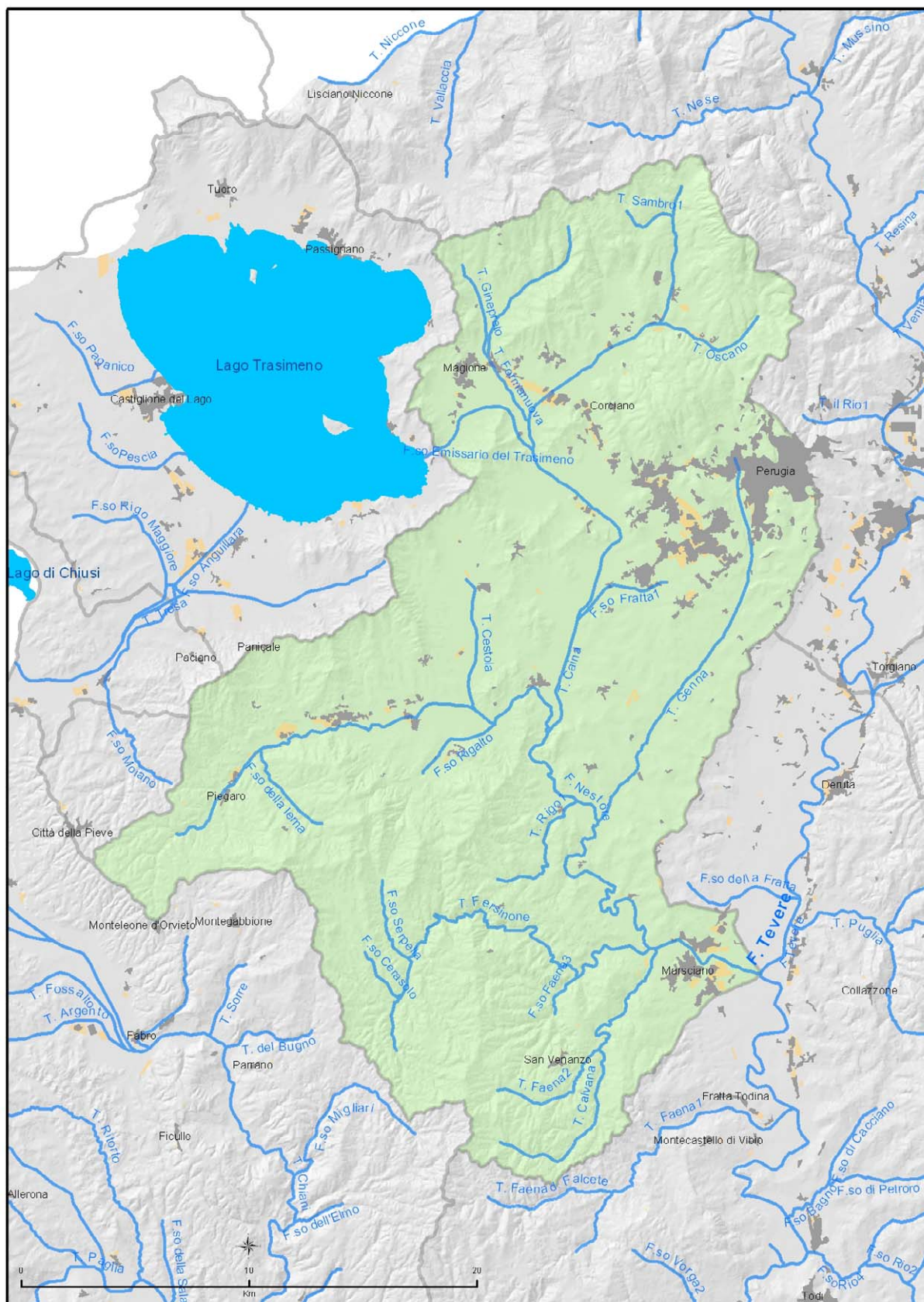
Gli affluenti principali del fiume Nestore sono i torrenti Caina e Genna in sinistra idrografica e il torrente Fersinone in destra.

Il centro urbano principale è rappresentato dalla città di Perugia quasi interamente compresa in questo bacino, centri urbani minori sono gli abitati di Marsciano, Magione e Corciano.

Le attività industriali sono prevalentemente situate nella fascia pianeggiante e basso collinare compresa tra la parte ovest del capoluogo regionale e il lago Trasimeno e che interessa i comuni di Perugia, Corciano e Magione.

L'area è attraversata da un importante sistema viario che collega il capoluogo regionale con le regioni limitrofe: il raccordo autostradale Perugia-Bettolle e la linea ferroviaria Foligno-Terontola.

I settori maggiormente sviluppati sono quello alimentare, della confezioni di articoli di vestiario e delle industrie tessili in genere, della produzione e lavorazione dei prodotti in metallo.



Fonte: ARPA Umbria

2.1.8 Sottobacino Paglia Chiani

Il sottobacino del fiume Paglia, affluente in destra idrografica del fiume Tevere, ha un'estensione di oltre 1.300 km² di cui circa 634 in territorio umbro.

Il fiume Paglia nasce dalle pendici orientali del monte Amiata in Toscana e nel tratto umbro si sviluppa per una lunghezza di circa 27 km per andare a confluire nel fiume Tevere poco a valle dell'invaso di Corbara. La pendenza media dell'alveo è di circa 0,2%. Lungo il suo corso riceve l'apporto di numerosi affluenti, di cui il principale è il torrente Chiani, che confluisce nel Paglia in sinistra idrografica nel suo tratto terminale.

L'intero bacino del Paglia è caratterizzato da una quota media di 809 m s.l.m., con circa il 27% del territorio al di sopra di 900 m s.l.m.. La densità di drenaggio è di circa 1.37 km/km², che sale a 1,43 km/km² nel sottobacino del fiume Chiani.

Il Chiani ha origine poco a sud del lago di Chiusi dalla confluenza del torrente Astrone con il canale Chianetta e rappresenta il recipiente di tutte le acque del comprensorio della Val di Chiana romana. Nel primo tratto, per circa 13 km, il suo alveo ha una pendenza media dell'1% ed è sopraelevato rispetto al piano di campagna, poiché scorre canalizzato tra argini artificiali. Più a valle prosegue il suo corso incassato con pendenza media dell'alveo del 5% e assume caratteristiche torrentizie. L'asta del torrente ha una lunghezza complessiva di 42 km.

La parte centro settentrionale del bacino del Paglia, comprendente l'intero bacino del Chiani è costituita per la maggior parte da rocce poco permeabili, quali argille plioceniche e altre formazioni ad elevata componente argillosa, quali arenarie alternate a marne ed argille siltose. Solo sulle colline più elevate della porzione orientale del bacino si trovano terreni più permeabili; questi sono rappresentati soprattutto da arenarie che passano poi a calcari arenacei nei pressi del M. Peglia (837 m), la cui ossatura è formata da calcari e calcari marnosi. Questi terreni risultano discretamente permeabili.

La parte meridionale del bacino invece, è caratterizzata da terreni ricollegabili alle manifestazioni vulcaniche del Quaternario. Queste hanno portato alla formazione di un esteso tavolato tufaceo sovrapposto alle argille plioceniche. In questi terreni i corsi d'acqua scavano profonde forre fino alla formazione argillosa sottostante.

Il materiale tufaceo è discretamente permeabile ed è sede di un acquifero di notevole interesse. Al contatto con le argille sottostanti si originano varie emergenze sorgentizie con portata perenne, anche se molto variabile.

Il principale agglomerato urbano presente nel sottobacino è Orvieto, il cui comune rappresenta da solo il 50% della popolazione dell'intero bacino.

Il bacino è attraversato da nord a sud da alcune tra le più importanti arterie regionali: l'autostrada A1 e la linea ferroviaria Roma-Firenze.

Nel bacino sono presenti aree industriali di ridotta importanza localizzate nella Valle del Paglia.

2.1.9 Sottobacino Nera

Il bacino del fiume Nera presenta una superficie totale di 4.311 km² di cui solo 1.563 in territorio umbro.

Il bacino è prevalentemente montuoso e presenta la quota media più alta tra i vari bacini umbri (909 m s.l.m.). La quota massima viene raggiunta dal M. Vettore (2.476 m), ma anche le quote degli altri rilievi superano spesso i 1.500 m.

E' caratterizzato dalla prevalenza di terreni calcarei ad elevata permeabilità, e solo su ridotte estensioni (meno del 15% del totale) sono presenti terreni poco permeabili.

Il fiume Nera ha origine nei Monti Sibillini ad una quota di circa 1.800 m s.l.m. e scorre per circa 125 chilometri fino alla sua confluenza con il fiume Tevere nella porzione più meridionale della regione.

Nel suo tratto montano, riceve i contributi dei suoi affluenti principali: in sinistra idrografica, il fiume Velino e il fiume Corno (lunghezza complessiva 56 Km), che a sua volta riceve le acque del fiume Sordo, in destra idrografica, il torrente Vigi. Il Corno e il Velino presentano bacini idrografici molto estesi che si sviluppano, prevalentemente il primo, e per la quasi totalità il secondo, al di fuori dei confini regionali.

A valle della confluenza con il fiume Velino, tra gli abitati di Terni e Narni, il fiume Nera scorre in un'ampia conca valliva denominata Conca Ternana, sede di un importante acquifero alluvionale.

Più a valle, all'altezza di Narni, solca trasversalmente la struttura carbonatica dei monti di Narni e d'Amelia, incidendo profonde gole (Gole del Nera), per poi confluire nel Tevere dopo aver attraversato un'area valliva di modesta ampiezza.

La pendenza media dell'alveo fino alla confluenza con il fiume Velino è di circa l'1%; a valle della confluenza la pendenza media scende a 0,3%.

La densità di drenaggio è 1,12 km/km².

Nella parte sud-orientale della porzione umbra del bacino si trova il Lago di Piediluco, che rappresenta il secondo lago della regione per estensione. Lo specchio lacustre, caratterizzato da una forma allungata, occupa una superficie pari a 1,7 km² e ha un perimetro di circa 15 km. La profondità media è di circa 10 metri e massima di 20 metri. In condizioni di massimo invaso, a quota 369 m s.l.m., il lago presenta una capacità di poco superiore a 17 Mm³, che scende a meno di 15 Mm³ alla quota di minimo invaso, 367,5 m s.l.m..

Un canale artificiale di circa 400 metri collega il lago con il fiume Velino, che a sua volta confluisce nel fiume Nera dopo un salto di circa 200 metri, la Cascata delle Marmore. Una diga realizzata a monte della cascata, regola il deflusso delle acque del lago verso le centrali idroelettriche. Il lago di Piediluco funziona, pertanto, da bacino di ritenuta, mentre il fiume Velino agisce alternativamente da immissario o da emissario in funzione delle esigenze delle centrali.

Il fiume Nera è interessato lungo il suo corso da alcune importanti derivazioni che ne modificano il deflusso naturale. Le principali sono, nel tratto montano, il Canale del Medio Nera e il Canale Recentino.

Il Canale del Medio Nera ha origine a Triponzo nell'Alta Valnerina e dopo un percorso di 42 chilometri sfocia nel Lago di Piediluco, con funzione di derivare verso il Lago, per scopi idroelettrici, parte delle acque del fiume Nera e dei suoi affluenti Corno e Vigi. Con l'apertura del Canale del Medio Nera, nel 1932, il bacino imbrifero naturale del lago è stato ampliato dagli originari 74 km² a 2.097 km².

Il Canale Recentino, di lunghezza complessiva pari a circa 8 km, devia parte delle acque del fiume Nera nel tratto di attraversamento della Conca Ternana per andare ad alimentare il lago dell'Aia.

Il lago dell'Aia, conosciuto anche come Lago di Narni o Lago di Recentino, è un piccolo invaso artificiale ottenuto dallo sbarramento del torrente omonimo. Posto a quota 110 m s.l.m., presenta un volume di invaso massimo di 2 Mm³. Nonostante la natura artificiale, il lago è un'importante ambiente umido tanto da essere stato individuato, nel 1977, quale Oasi faunistica del WWF.

Nel tratto finale del fiume Nera è stato inoltre realizzato un invaso artificiale a scopi idroelettrici, il Lago di San Liberato, che presenta un volume di massimo invaso pari a circa 6 Mm³.

Per quanto riguarda le acque sotterranee infine, oltre all'acquifero alluvionale della Conca Ternana, il bacino comprende alcuni corpi idrici carbonatici tra i più importanti della regione.

Il tratto montano della porzione umbra del bacino è costituito dalla struttura dei Monti della Valnerina sede di risorse idriche sotterranee di grande interesse. La porzione centrale del bacino comprende parte della struttura dei Monti Martani e nella sua parte sud occidentale quella dei Monti di Narni e d'Amelia.

I principali agglomerati urbani sono rappresentati dalle città di Terni e Narni situate ai due estremi della Conca Ternana.

Il sistema viario principale è costituito dal raccordo autostradale Orte-Terni, dalla SS n.3 Flaminia e dalla SS n.3 bis, dalla linea ferroviaria Orte-Falconara e dalla Ferrovia Centrale Umbra che assicurano il collegamento della Conca Ternana da una parte con il Lazio, e dall'altra con la Valle Umbra e la Valle del Tevere.

La Conca Ternana è sede dei principali sistemi industriali della regione. I settori produttivi di maggiore rilevanza sono la produzione, lavorazione e trasformazione dei metalli e il settore chimico.

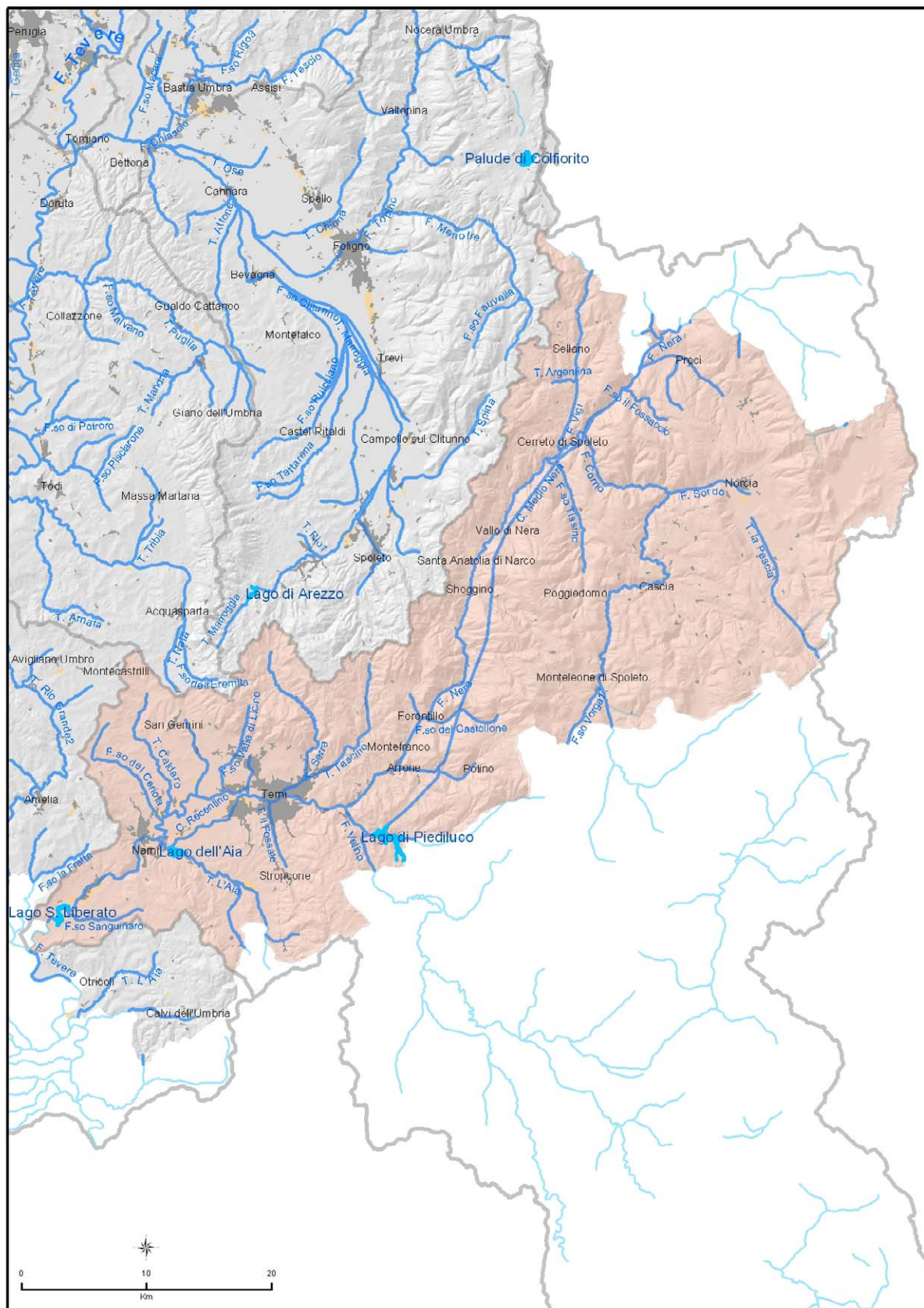


Fig. 19 - Sottobacino Nera

Fonte: ARPA Umbria

2.2 Bacino del fiume Arno

La porzione di bacino dell'Arno che interessa il territorio umbro ha una superficie di 154 km² di cui 49 ricadono nel bacino idrografico del Lago di Chiusi. Tale area presenta morfologia collinare ed è costituita per la maggior parte da terreni ad elevata componente argillosa, poco permeabili.

Il Lago di Chiusi presenta una superficie dello specchio d'acqua di 3.87 km², una profondità media di 2.72 m ed una massima pari a 5 m ed è localizzato nell'estremo settore meridionale della Val di Chiana toscana.

E' alimentato dalle acque provenienti dai torrenti Tresa, Gragnano, Montelungo, Scolmatore, Cerbone. Nel 1999 la Regione Toscana ha istituito l'area naturale protetta regionale del lago di Chiusi, per una superficie complessiva di 194,60 ha. Nell'ambito della stesura del Piano di Tutela delle Acque della regione Toscana, il lago di Chiusi è stato individuato come corpo idrico sensibile ai sensi del D.Lgs. 152/99.

Il torrente Tresa è tributario, attraverso il lago di Chiusi ed il Canale Maestro della Chiana, del Fiume Arno, ha un bacino di 105 km² ed origina tra i monti Solara e Mazzolana; il suo corso si sviluppa in direzione ovest e, dopo aver subito una deviazione verso SW, riceve, in destra, le acque del Rio Maggiore e, in sinistra, quelle dei fossi Moiano e Maranzano. Il Rio Maggiore drena le colline di Villastrada e Vaiano posizionate nella parte nord del bacino, mentre il Moiano e il Maranzano originano dalle colline di Città Della Pieve, ubicate a sud. Dopo aver ricevuto il contributo di questi affluenti, il corso del Tresa devia verso Nord e sfocia nel lago di Chiusi. Dal lago ha origine un emissario che, dopo aver attraversato il Passo delle Querce e percorso circa 5 km, versa le proprie acque nel Lago di Montepulciano dal quale si diparte il Canale Maestro della Chiana, uno dei maggiori affluenti del Fiume Arno.

La costruzione del Canale dell'Anguillara ha reso possibile la deviazione di una porzione consistente del bacino del Tresa e dei suoi affluenti verso il Lago Trasimeno. Un sistema di paratoie mobili consente di regolare il deflusso in direzione della rete naturale o di quella artificiale.

I comuni umbri il cui territorio ricade almeno parzialmente nel bacino idrografico del Lago di Chiusi sono Castiglione del Lago, Paciano e Città della Pieve.

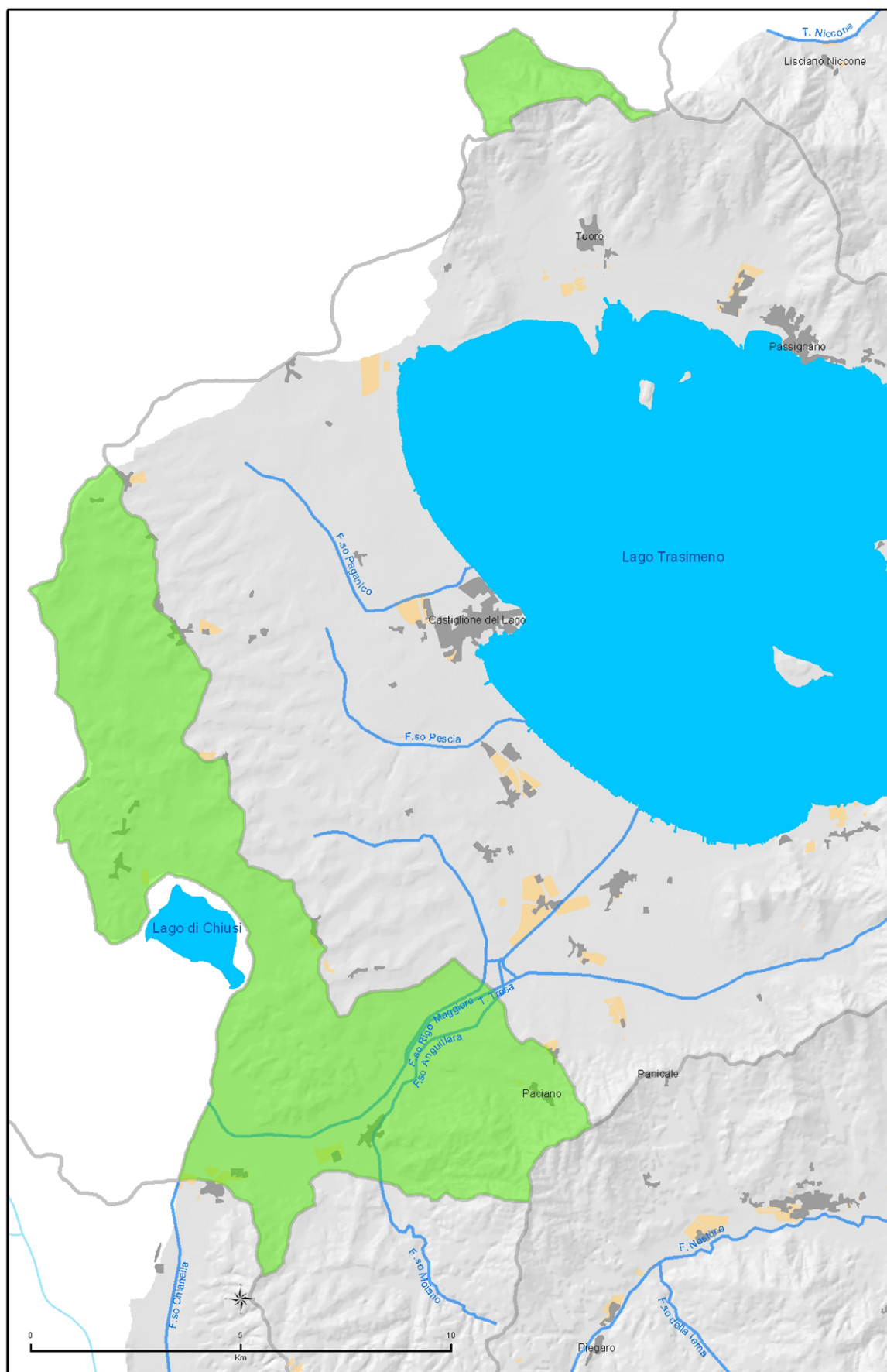


Fig. 20 - Bacino del fiume Arno in territorio umbro
Fonte: ARPA Umbria

2.3 Territori afferenti il Mare Adriatico (T.A.M.A.)

2.3.1 Sottobacino Metauro

La porzione di tale bacino ricadente in territorio umbro (150 km² circa dei 1.264 complessivi del bacino) è relativa al tratto montano del torrente Burano, affluente del Torrente Candigliano, che confluisce nel fiume Metauro nei pressi di Fossombrone.

Il torrente Burano, lungo complessivamente circa 40 km, nasce nei pressi del Monte Cerrone, percorrendo i primi chilometri nel territorio della provincia di Perugia.

I comuni umbri ricadenti almeno parzialmente nel bacino sono: San Giustino, Città di Castello, Pietralunga, Gubbio, Scheggia e Pascelupo.

Il territorio, tipicamente montano, è caratterizzato dalla presenza di litologie scarsamente permeabili.

2.3.2 Sottobacino Esino

La porzione di tale bacino ricadente in territorio umbro (70 km² circa dei 1.155 complessivi del bacino) è relativa al tratto montano del torrente Sentino, che confluisce nel fiume principale dopo un percorso di circa 42 km.

Il torrente Sentino nasce nei pressi di Scheggia e percorre il primo tratto attraverso il Parco Regionale del Monte Cucco prima di entrare nel territorio della provincia di Ancona.

I comuni umbri ricadenti almeno parzialmente nel bacino sono: Gubbio, Scheggia e Pascelupo (per la quasi totalità), Costacciaro, Sigillo, Fossato di Vico e Gualdo Tadino.

Il territorio, tipicamente montano, è caratterizzato dalla prevalenza di litologie calcaree ad elevata permeabilità.

2.3.3 Sottobacino Potenza

Il fiume Potenza nasce sul versante nord-orientale del M. Pennino (1.571 m s.l.m.) e sfocia nel mare Adriatico dopo un percorso di circa 90 km. Il bacino idrografico del Potenza è compreso quasi interamente nella provincia di Macerata; l'unica porzione di tale bacino ricadente in territorio umbro (22 km² circa dei 775 complessivi) comprende parte del comune di Nocera Umbra, al confine col bacino idrografico del fiume Topino.

Il territorio, tipicamente montano, è caratterizzato dalla prevalenza di litologie calcaree ad elevata permeabilità.

2.3.4 Sottobacino Chienti

Il fiume Chienti nasce dai monti dell'appennino umbro-marchigiano e, dopo aver percorso 91 Km ed aver descritto un bacino di circa 1.298 km², sfocia nel mare Adriatico.

Il ramo principale del fiume Chienti nasce a circa 1100 metri di altitudine sotto la Bocchetta della Scurosa e attraversa nel suo primo tratto il Piano di Colfiorito.

Tale porzione del bacino, pari a circa 10 km², è pertanto ricadente nel territorio del comune di Foligno in provincia di Perugia.

Il territorio, tipicamente montano, è caratterizzato dalla prevalenza di litologie calcaree ad elevata permeabilità.

3 CARATTERIZZAZIONE DEI CORPI IDRICI SOTTERRANEI

3.1 Acquiferi alluvionali

3.1.1 Alta Valle del Tevere

L'acquifero è ospitato in un'ampia zona alluvionale che si estende dalla stretta di Montedoglio fino all'altezza di Città di Castello per circa 130 km²; il 40% circa di questa superficie ricade al di fuori della Regione Umbria. L'asta fluviale principale è il fiume Tevere e l'area è interamente compresa nel sottobacino "Alto Tevere".

I terreni che bordano i depositi alluvionali sono rappresentati, nel settore orientale e nella porzione meridionale del margine occidentale, da formazioni flyschoidi e, nella porzione nord-occidentale, da terreni argilloso-calcarei e argillo-scistosi. Depositi fluvio-lacustri si rinvencono nel settore occidentale e meridionale. Più ordini di alluvioni terrazzate sono presenti lungo i margini della valle, particolarmente sviluppati lungo quello orientale.

La parte centrale della piana è caratterizzata da un materasso alluvionale con spessori massimi superiori a 100 metri. Questo è ben sviluppato nel settore centro-settentrionale della valle e in destra idrografica del fiume Tevere (paleo alveo) fino alla confluenza del torrente Cerfone, dove lo spessore si riduce a non più di venti metri. In sinistra idrografica del Tevere, i depositi ghiaioso-sabbiosi hanno uno spessore ridotto e presentano granulometrie più grossolane in corrispondenza dei corsi d'acqua. Nella zona meridionale della valle, fino alla stretta morfologica a sud di Città di Castello, le alluvioni sono estremamente ridotte e di natura prevalentemente fine. In corrispondenza dell'alveo del Tevere lo spessore massimo è dell'ordine di 10 metri.

L'asse principale del flusso idrico sotterraneo è situato lungo la parte centrale della valle, e segue generalmente l'andamento del corso del fiume Tevere. Nel tratto terminale il Tevere drena la falda e in corrispondenza della stretta di Città di Castello si manifesta un aumento della portata fluviale a causa delle emergenze subalvee.

Il non saturo ha spessore in genere inferiore a 5 metri. Solo al margine orientale, in corrispondenza delle conoidi, formate dai torrenti allo sbocco nella valle, si hanno soggiacenze anche superiori a 20 metri.

L'alimentazione laterale al sistema alluvionale da parte di acquiferi bordieri non è significativa. Modeste ricariche si verificano in corrispondenza delle conoidi formate da corsi d'acqua secondari, quali i torrenti Afra e Lama, all'ingresso in valle.

3.1.2 Conca Eugubina

L'acquifero della Conca Eugubina è ospitato nella zona valliva omonima che presenta una superficie di circa 80 km² ed è delimitata dai Monti di Gubbio a nord ovest e da un'ampia fascia collinare a sud est.

Le principali aste fluviali sono il torrente Assino, affluente del fiume Tevere e il torrente Saonda affluente del fiume Chiascio. Ne deriva che il settore nord occidentale dell'area ricade nel sottobacino "Alto Tevere", mentre il settore sud orientale è compreso nel sottobacino "Chiascio".

Nell'area dei Monti di Gubbio affiorano i terreni calcarei e marnosi della Serie umbro marchigiana, sede di importanti circuiti idrici sotterranei le cui risorse idriche riemergono solo in piccola parte all'interno della stessa area e si travasano nei prospicienti depositi vallivi. Al passaggio con l'area valliva sono presenti conoidi e coltri detritiche. Il resto della Conca è delimitata da marne con intercalazione di orizzonti arenacei e calcarenitici appartenenti alla formazione della Marnosa Arenacea. Questa formazione ha scarse caratteristiche idrogeologiche data la bassa permeabilità della frazione marnosa; tuttavia, la presenza delle intercalazioni arenacee e calcarenitiche permette localmente di ospitare modeste falde idriche. La formazione della Marnosa Arenacea costituisce il substrato dei depositi continentali che colmano la Conca Eugubina.

I depositi alluvionali possono essere distinti in tre zone. La prima corrisponde alla fascia a ridosso delle coltri detritiche che bordano i rilievi calcarei. Questi depositi, di spessore variabile tra 60 e 100 metri, sono costituiti da orizzonti grossolani (ghiaioso-detritici) con importanti intercalazioni fini. Esternamente si rinviene la zona alluvionale sabbioso-limosa caratterizzata da spessori ridotti (mediamente 20 metri). Tali depositi occupano la parte centrale della valle nel tratto prospiciente i Monti di Gubbio, e si allungano verso sud-est lungo il margine orientale della piana in una stretta fascia prossima ai rilievi. Lo spessore è sempre esiguo se si eccettuano delle piccole conoidi a ridosso del pendio. Nella parte meridionale, infine, si ha la stretta valle del fiume Chiascio dove si rinvencono depositi alluvionali con scarse caratteristiche idrogeologiche e spessore massimo di 50 metri, poggianti sul substrato della Marnosa Arenacea.

I dati piezometrici hanno evidenziato la presenza di uno spartiacque sotterraneo che corre parallelamente allo spartiacque superficiale all'altezza dell'abitato di Gubbio. Nella porzione di acquifero ad ovest e nord-ovest di Gubbio, la soggiacenza decresce da nord-est a sud-ovest; la direzione di flusso principale va dalla struttura calcarea, area di principale alimentazione laterale, verso NO, tale andamento viene modificato nell'area di Raggio dove le isopieze indicano un flusso convergente verso il campo pozzi che alimenta l'acquedotto omonimo. Nella porzione ad est e sud-est di Gubbio, lo spessore del non saturo decresce verso sud; i gradienti idraulici sono regolari ed il flusso principale è diretto verso sud, dove alimenta il Torrente Saonda. Al contatto con i depositi fluvio-lacustri si ha emergenza della falda. Nella piana alluvionale del Chiascio lo spessore del non saturo decresce verso sud; il flusso principale è diretto sempre verso sud ed è evidente lo scambio idraulico con il Fiume.

3.1.3 Media Valle del Tevere

L'acquifero è ospitato in un'area valliva di modesta ampiezza che si estende longitudinalmente per circa 85 chilometri nella parte centrale della regione. Nel tratto a nord di Perugia supera i 2-3 chilometri di ampiezza solo in corrispondenza della confluenza di alcuni torrenti, mentre nel tratto a sud di Perugia presenta ampiezza media di circa 4 chilometri.

L'asta fluviale principale è il fiume Tevere.

I terreni che bordano le alluvioni sono per lo più costituiti da depositi fluvio-lacustri a granulometria prevalentemente fine (limi e argille) ma frequenti sono anche le paleostrutture deltizie a conglomerati e sabbie; facies a travertini ed a ligniti sono intercalate ai litotipi prevalenti. Consistente anche la presenza dei terreni flyschoidi, in particolar modo lungo il margine occidentale a nord di Perugia. Tali terreni, in più casi, costituiscono soglie impermeabili per la circolazione sotterranea nei depositi alluvionali, suddividendo la valle in più settori idrogeologici. Circuiti idrici modesti, che alimentano l'area alluvionale, si impostano localmente nei terreni bordieri dove si ha prevalenza di litologie a maggiore permeabilità.

Nel tratto di valle a nord di Perugia, le alluvioni presentano spessori limitati a poche decine di metri; al di sotto di esse, localmente, sono stati rinvenuti terreni permeabili di spessore consistente riferibili a paleostrutture fluvio lacustri.

A sud di Perugia, nel tratto fino a Deruta, la coltre alluvionale presenta spessori elevati fino oltre 100 metri. Deposit grossolani sono presenti al di sotto di una copertura limo argillosa con spessori anche di alcune decine di metri. A sud di Deruta la coltre alluvionale presenta spessori ridotti (25-30 metri).

L'acquifero alluvionale può essere suddiviso in due settori indipendenti, a nord e a sud di Perugia, separati dalla soglia morfologica di Ponte San Giovanni. Il settore a nord ricade interamente nel sottobacino Alto Tevere. Il settore a sud, invece, è compreso quasi totalmente nei sottobacini "Alto Tevere" e "Medio Tevere", ad eccezione delle aree di confluenza del fiume Chiascio e del fiume Nestore che ricadono all'interno dei rispettivi sottobacini.

I dati piezometrici hanno evidenziato che l'asse di drenaggio principale coincide in genere con l'asse del Tevere sia nella Media Valle del Tevere nord che in quella sud. Si delineano, inoltre, linee di flusso secondarie trasversali all'asse della valle in corrispondenza dei principali affluenti

Nel solo settore di S. Martino in Campo si sono evidenziate linee di flusso parallele al Tevere che interessavano anche le alluvioni terrazzate. In questa zona viene ipotizzata la presenza di paleoalvei sepolti.

La profondità della falda dal piano campagna è generalmente compresa tra 2 e 10 metri, con un valore medio di 5-6 metri. La falda principale è pertanto superficiale ospitata nei depositi grossolani sia recenti che terrazzati del Tevere, con spessori produttivi dell'ordine dei 10 metri. A maggiore profondità, a partire da 15- 20 metri dal piano campagna, sono stati rinvenuti altri livelli acquiferi che localmente danno luogo a fenomeni di risalenza

3.1.4 Valle Umbra

L'acquifero è ospitato nella valle omonima che si sviluppa nella fascia centro occidentale della regione, con estensione di circa 330 km². La valle è compresa tra i rilievi occidentali dei monti Martani e quelli orientali del monte Subasio, monti di Foligno e Spoleto.

Il drenaggio superficiale dell'intera valle avviene nella zona nord occidentale attraverso il fiume Chiascio. Il settore settentrionale dell'area ricade nel sottobacino del fiume Chiascio, mentre la parte restante è compresa all'interno del sottobacino del suo affluente Topino (sottobacino Topino-Marroggia).

Il margine orientale della valle è caratterizzato dalle formazioni carbonatiche della Serie Umbro-Marchigiana che sono a contatto con i depositi alluvionali in genere mediante interposizione di spesse coltri detritiche. Queste forniscono una consistente ricarica laterale all'acquifero.

Solo in corrispondenza della struttura del monte Subasio affiorano formazioni flyschoidi e depositi fluviolacustri. Tali litotipi, caratterizzati da bassa permeabilità, costituiscono anche i rilievi che bordano ad ovest la valle, nonché il letto dei depositi alluvionali.

I depositi alluvionali della Valle Umbra presentano caratteristiche fortemente variabili arealmente. Si possono individuare alcuni settori caratterizzati dalla presenza di depositi permeabili con spessori elevati (100-200 metri).

Nella parte settentrionale della Valle in destra del fiume Chiascio si trovano i depositi del paleo Chiascio con spessori superiori a 100 metri. Questi sono caratterizzati da livelli ghiaiosi interdigitati a livelli più fini e sono sede di uno degli acquiferi più importanti della regione: l'Acquifero di Petrignano d'Assisi. Tale acquifero, nella parte a nord di Petrignano d'Assisi, ha uno spessore ridotto ed è in condizioni freatiche, mentre, a partire dall'altezza del centro abitato, aumenta il suo spessore e si ha una situazione multifalda con condizioni semiconfiniate degli orizzonti acquiferi inferiori. In sinistra del fiume ad ovest della struttura del Monte Subasio sono presenti i depositi a granulometria variabile della paleoconoide del torrente Tescio.

Più a sud, si evidenziano lungo il margine orientale depositi alluvionali permeabili in superficie nella zona prospiciente l'abitato di Assisi e nella zona di Spello, costituiti essenzialmente da ghiaie e sabbie con intercalazioni irregolari di limi ed argille. La parte centro-occidentale, invece, è caratterizzata dalla presenza di una copertura di terreni fini con spessori gradualmente crescenti verso nord ovest (fino a massimi di circa 30 metri), al di sotto dei quali si trovano i depositi permeabili, sede di un acquifero in pressione: l'Acquifero di Cannara. Tale acquifero è in contatto laterale con la falda freatica sia lungo il suo margine orientale sia lungo il margine occidentale.

Spingendosi più a sud, i depositi permeabili hanno maggiore consistenza a ridosso dei calcari del margine orientale. Qui si individuano due settori in particolare: la struttura del paleo-Topino e la zona nord di Spoleto in corrispondenza della sbocco nella valle di vari torrenti. In quest'ultima zona, all'altezza delle sorgenti del Clitunno, è presente, al di sotto della falda freatica, una falda più profonda, in pressione, le cui caratteristiche idrogeologiche sono attualmente poco conosciute.

L'andamento della piezometria mostra che le principali linee di flusso sono in genere parallele alle direzioni del deflusso superficiale e alle direzioni di sviluppo dei principali corpi sedimentari (paleo-alvei). Gran parte delle aste fluviali vengono alimentate dalla falda.

Nel settore centrale, l'andamento della piezometria indica che le acque che circolano nella conoide del paleo Topino vanno ad alimentare l'acquifero artesiano di Cannara, fluendo al di sotto della copertura a bassa permeabilità. All'altezza della confluenza del T. Chiona e dell'abitato di Bevagna si hanno le prime evidenze di condizioni di falda confinata. In questa area il flusso sotterraneo si separa andando ad alimentare la falda epidermica freatica e la profonda in pressione. All'altezza di Cannara le quote piezometriche dei due acquiferi si differenziano in modo significativo.

Nella zona in destra del Chiascio, il campo pozzi di Petrignano, in funzione dal 1975, ha prodotto una depressione che è risultata, nel tempo, in continua espansione con abbassamenti consistenti della superficie piezometrica nel settore meridionale della valle.

3.1.5 Conca Ternana

La Conca Ternana ha un'estensione di circa 100 km². La morfologia dell'area è caratterizzata da una zona alluvionale pianeggiante centrale e da una fascia al contorno a debole acclività. Questa fa da raccordo ai rilievi calcarei che bordano per gran parte la depressione.

Tutta l'area ricade all'interno del bacino del fiume Nera che attraversa la Conca da est verso sud ovest.

Il passaggio tra le formazioni calcaree dei rilievi bordieri e i depositi alluvionali avviene attraverso ampie zone di affioramento di depositi fluvio lacustri a varia granulometria. Nella zona settentrionale, un'ampia fascia detritica si interpone tra il rilievo dei monti Martani, che delimita la Conca a nord, e l'area di pianura.

La piana alluvionale, di circa 40 km² di estensione, è sede dell'acquifero principale, ospitato in depositi ghiaiosi e sabbiosi con potenza di 20-30 metri. Il substrato è rappresentato da depositi fluvio lacustri costituiti, a est, da conglomerati prevalenti e, ad ovest, da depositi argillosi prevalenti. La copertura, costituita di terreni limo-sabbiosi, presenta spessore di circa 10 metri nella parte orientale, e spessori più ridotti o nulli nella parte centrale e occidentale della valle.

L'acquifero è in contatto idraulico con il fiume Nera, che fa sentire il suo influsso fino quasi ai margini dei depositi, producendo un deflusso sotterraneo significativo ed un rinnovamento delle acque di falda.

La coltre detritica della zona pedemontana dei monti Martani presenta spessori maggiori di 50 m a nord e decrescenti verso sud. Poggia su depositi fluvio-lacustri conglomeratici e travertinosi, sede di un acquifero di limitate dimensioni.

Nelle zone di affioramento del ciclo fluvio-lacustre, costituito di terreni sabbioso-conglomeratici o sabbioso-argillosi, infine, sono presenti falde libere e confinate, generalmente di piccole dimensioni e scarsa potenzialità.

L'andamento della piezometria ha permesso di distinguere tre settori: la piana alluvionale del Nera, la fascia pedemontana dei Martani e le collinari occidentale e meridionale.

Il primo settore, caratterizzato da bassi gradienti idraulici, presenta un flusso principale diretto da est ad ovest. Il livello di falda passa da 25 m di profondità dal piano campagna, nella parte orientale della Conca, a meno di 5 m in quella occidentale.

Nel secondo settore i gradienti idraulici sono superiori, in particolare nella zona orientale. Lo spessore del non saturo decresce verso sud. La falda ospitata nei depositi travertinosi è in condizioni confinate. La sua alimentazione è dovuta prevalentemente al detrito che si trova a monte, mentre gli apporti dalle contigue strutture carbonatiche risultano scarsi.

Il terzo settore, infine, è caratterizzato da gradienti idraulici medio-elevati. Lo spessore del non saturo varia in funzione della stratigrafia locale; risulta esiguo in presenza di piccole falde confinate in terreni argillosi, che determinano condizioni di risalienza; al contrario, lo spessore aumenta considerevolmente in presenza di litotipi conglomeratici.

3.2 Acquiferi carbonatici

I rilievi carbonatici umbri sono caratterizzati da elevata permeabilità secondaria, per fessurazione e carsismo. Costituiscono sia buone aree di infiltrazione delle precipitazioni sia potenziali serbatoi di acque sotterranee.

In considerazione delle caratteristiche litologiche e strutturali, vengono distinti più complessi idrogeologici.

Il primo, costituito dalla serie carbonatica stratificata, è sede di acquiferi estesi e articolati che alimentano sorgenti localizzate e lineari. Le intercalazioni meno permeabili distinguono al suo interno più falde variamente interconnesse e influenzano la circolazione idrica sotterranea.

Il secondo è costituito da una formazione calcarea massiva con spessore variabile tra 500 e 800 m, priva di intercalazioni pelitiche e molto fessurata. Questo costituisce un serbatoio continuo, di enorme potenzialità, esteso alla base della serie carbonatica stratificata.

Infine, il substrato, costituito da una formazione evaporitica, è sede di un acquifero presumibilmente potente con cattiva qualità delle acque per eccessiva mineralizzazione.

Nella dorsale montuosa che occupa la parte orientale della regione, esistono due sistemi idrogeologici separati dalla linea tettonica denominata "linea della Valnerina", dove è individuabile un limite di permeabilità che corre a quote variabili tra 350 e 700 m s.l.m.: a sud il "Sistema della Valnerina" e a nord il "Sistema dell'Umbria nord-orientale".

Con "**Sistema della Valnerina**", viene identificata l'imponente struttura idrogeologica presente al margine sud-orientale del territorio regionale. Questa si estende dal corso del Fiume Nera, ad ovest, fino alla linea tettonica Ancona-Anzio, la sua superficie in territorio umbro è di circa 1.100 km².

Il sistema nel suo complesso è caratterizzato dalla presenza di una serie di acquiferi costituiti principalmente dalle formazioni della Scaglia s.l., della Maiolica e della Corniola-Calcare Massiccio. Questi presentano comunque continuità idraulica sia per contatti laterali che verticali. La formazione della Scaglia s.l. ospita l'acquifero più superficiale, che dà luogo a sorgenti puntuali per lo più di modesta portata e contribuisce all'alimentazione del deflusso di base dei corsi d'acqua o alla ricarica degli acquiferi più profondi.

I livelli piezometrici raggiungono quote superiori a 800 m s.l.m. e decrescono da est ad ovest fino a raggiungere la minima quota in corrispondenza dell'alveo del Nera, che costituisce il livello di base principale del sistema. Lungo questa linea di drenaggio dominante, diretta SO-NE, si hanno importanti sorgenti lineari responsabili di notevoli incrementi di portata del fiume Nera. Studi pregressi hanno stimato che, lungo il tratto umbro del fiume Nera, si hanno emergenze in alveo per una portata media complessiva superiore a 15 m³ al secondo. Oltre alle emergenze in alveo, si trovano numerose sorgenti localizzate, che rilasciano una frazione molto più modesta delle acque della struttura, valutabile in qualche centinaio di litri al secondo. Le restituzioni sorgentizie, di tipo sia lineare sia puntuale, sono stimate in un volume di circa 700 Mm³ annui.

Le principali aree di ricarica sono costituite dalle strutture montuose più elevate sia dell'area orientale del sistema (M. Vettore, M. Patino, M. Serra, M. Alvignano) sia dell'area centro-occidentale (M. Coscerno-M. Aspra), caratterizzate da estesi affioramenti delle formazioni Giurassiche.

Per l'insieme del Sistema, la ricarica media degli acquiferi carbonatici, legata all'infiltrazione efficace, è stata stimata in circa 400 Mm³ annui.

L'utilizzo più rilevante delle acque sotterranee del Sistema della Valnerina è costituito dalle derivazioni a scopi idroelettrici, che nel loro insieme interessano un volume annuo superiore ai 500 Mm³, corrispondente, in pratica, all'intero volume rilasciato dalle sorgenti lineari lungo l'asta del fiume Nera.

Il “**Sistema dell’Umbria nord-orientale**”, interessa una vasta superficie del territorio umbro di quasi 700 km² e si estende dalla struttura del Monte Cucco, a nord, fino a comprendere le dorsali carbonatiche dei Monti di Foligno e Spoleto, a sud. A ovest, il sistema è limitato da un motivo tettonico distensivo nella parte meridionale e dal passaggio stratigrafico a terreni a bassa permeabilità in quella settentrionale. A est, invece, si estende ben al di fuori dei limiti territoriali regionali dove è delimitato dal passaggio stratigrafico a terreni meno permeabili. A sud est, infine, è delimitato dal corso del fiume Nera. Procedendo da nord a sud, le principali idrostrutture sono rappresentate dalle dorsali del Monte Cucco, dei Monti di Gualdo Tadino e dalla struttura carbonatica che si estende da Nocera Umbra a Foligno.

Il nucleo della dorsale del Sistema è saturo fino a quote superiori a 700 metri. Il Sistema dà origine a importanti emergenze idriche sia lineari, lungo i principali corsi d’acqua, sia puntuali, situate prevalentemente sui fianchi occidentali delle anticlinali.

Nel bacino del torrente Vigi, affluente in destra del fiume Nera, sono stimate emergenze lineari per circa 1.000-1.500 l/s e puntuali per 300-600 l/s. Nel bacino del Topino, le sorgenti lineari rilasciano complessivamente circa 1.500 l/s nell’alto Topino, nell’alto Menotre e nel Clitunno. Lungo la dorsale si hanno importanti sorgenti puntuali da cui emergono complessivamente 1.000 l/s. Al raccordo con l’area di pianura si ha infine la sorgente del Clitunno, con portata di circa 1.200 l/s.

Nell’alto Chiascio degna di nota è la sorgente Scirca che rilascia 80-200 l/s.

Nel bacino del Sentino, entro i limiti regionali, le emergenze sono valutabili in circa 250 l/s.

La presenza, all’interno del sistema, dei tre complessi idrogeologici prima descritti è evidenziata dalla caratterizzazione idrochimica delle acque delle sorgenti, per le quali si individuano tre gruppi principali di chimismo associati ai tre diversi livelli di circolazione. Mentre la qualità delle acque per i sistemi più superficiali ed intermedi risulta buona, i notevoli tempi di residenza relativi ai circuiti più profondi, o le interazioni con il substrato triassico, possono condurre ad un notevole incremento del contenuto salino delle acque, tale da renderle inutilizzabili ai fini idropotabili. Un esempio ne è la sorgente del Clitunno.

Il valore di infiltrazione efficace, per l’insieme dell’area, è stato valutato in un volume di 350 Mm³/anno. Di questo, 250 Mm³ alimentano le sorgenti puntuali e lineari che drenano la circolazione idrica sotterranea del sistema. La restante aliquota, pari a 100 Mm³, contribuisce sia alla ricarica dell’acquifero della Valle Umbra sia al drenaggio profondo verso le strutture contigue.

La maggior parte delle sorgenti presenti nell’area sono utilizzate per il prelievo di acque destinate all’uso idropotabile, per un volume totale di circa 100 Mm³/anno. Tali volumi contribuiscono ad alimentare la rete degli acquedotti di importanti comprensori, quali quelli di Gualdo Tadino, Nocera Umbra, Perugia, Foligno, Spoleto e, in generale, di molti centri abitati della Valle Umbra.

Una consistente aliquota del deflusso idrico sotterraneo, che dà luogo a emergenze lineari lungo i corsi d’acqua, viene destinato a fini idroelettrici con volumi superiori ad alcune decine di Mm³/anno. Un ulteriore importante utilizzo della risorsa, non significativo in termini di volumi idrici prelevati ma rilevante dal punto di vista socio-economico, è quello relativo all’industria delle acque minerali, con la presenza nell’area di diversi stabilimenti d’imbottigliamento.

Nella porzione nord orientale della regione si trova l’**Unità idrogeologica dei Monti di Gubbio**, piccola struttura carbonatica circondata da depositi terrigeni. Pur avendo una ridotta superficie (circa 15 km²), svolge un importante ruolo di alimentazione per l’acquifero alluvionale della Conca Eugubina. L’insieme della struttura è stato suddiviso in quattro diversi sottobacini idrogeologici, dei quali è stata stimata una ricarica complessiva pari a circa 6 Mm³ annui.

Lo studio strutturale ed idrochimico di dettaglio, inoltre, ha individuato all’interno della sequenza carbonatica la presenza di livelli acquiferi differenziati.

Sorgente storica di notevole importanza alimentata dalla struttura è la sorgente di Raggio, le cui acque sono attualmente captate mediante un campo pozzi per uso idropotabile. Nel complesso i prelievi sono stati stimati in circa 2 Mm³ annui. L’alimentazione all’acquifero alluvionale della Conca viene stimata in circa 4 Mm³/anno.

Nel settore centro meridionale si trova la **dorsale carbonatica dei Monti Martani**, che si estende su una superficie di circa 200 km². Il sistema è idraulicamente chiuso dal passaggio stratigrafico a terreni a bassa permeabilità nel settore nord orientale, e da un sistema tettonico distensivo lungo il margine sud-occidentale.

La struttura è priva di sorgenti con portate significative. Il livello di saturazione del serbatoio carbonatico si colloca al di sotto dei 200 m s.l.m.. L’acquifero principale, che satura il nucleo della struttura, è caratterizzato da acque naturalmente scadenti per eccessiva mineralizzazione. Presumibilmente, l’acquifero drena a sud-ovest verso un livello di base posto nella struttura dei Monti di Narni e di Amelia, alimentando le grandi sorgenti delle gole del Nera.

Livelli acquiferi di maggiore interesse per migliore qualità delle acque sono rinvenibili a quote superiori nella serie stratificata ma sono, allo stato attuale, poco conosciuti.

La ricarica del sistema è stata stimata in un volume medio annuo di 120 Mm³.

Nell'area non sono presenti prelievi di un certo rilievo della risorsa, tranne alcuni sistemi di captazione, che alimentano acquedotti locali o stabilimenti di imbottigliamento di acque minerali.

Nel settore sud occidentale della Regione si allunga, con direzione nord ovest sud est, la **struttura dei Monti di Narni e d'Amelia** che, per le caratteristiche litologiche dei terreni in affioramento, costituisce un'estesa e importante area di infiltrazione delle acque. La dorsale si estende su una superficie in territorio umbro di circa 240 km² e prosegue nel Lazio, dove si raccorda con la struttura dei Monti Sabini.

La geologia dell'area si caratterizza per gli estesi affioramenti di calcare massiccio, con la presenza al nucleo della struttura dei termini triassici della serie carbonatica umbra.

La ricarica media annua del sistema è stata stimata in un volume di circa 100 Mm³.

In corrispondenza delle Gole del Nera, all'altezza di Narni, il fiume solca trasversalmente la struttura, incidendo profonde gole fino a quota 75 m s.l.m. Queste gole assumono il ruolo di livello di base regionale. In esse si riversano nell'alveo del fiume almeno 13 m³/s di acqua, erogata da un insieme di sorgenti localizzate e lineari (sorgenti di Stifone-Montoro). Tale portata sarebbe un patrimonio idrico prezioso se la qualità dell'acqua fosse buona. Purtroppo le acque di tali emergenze sono caratterizzate da mineralizzazione molto elevata (2-3 grammi per litro).

L'utilizzo delle acque dalle strutture carbonatiche dei monti di Amelia e Narni risulta molto ridotto e legato per lo più alla captazione di piccole sorgenti per un uso di tipo locale, e alla presenza di pochi pozzi profondi. Le perforazioni più rilevanti sono state realizzate a Calvi dell'Umbria e a Baschi per l'approvvigionamento idropotabile dei territori comunali.

Nell'ambito delle indagini eseguite dalla Regione dell'Umbria (progetto "Risorse idriche sotterranee integrative e sostitutive da destinare al consumo umano: verifica delle portate estraibili"), sono stati realizzati nella struttura tre pozzi di prova-produzione, dei quali due nel settore settentrionale, in vicinanza del Lago di Corbara, ed uno nei pressi dell'abitato di Calvi dell'Umbria. Le perforazioni hanno dato buoni risultati, in particolare quelle dell'area settentrionale. Qui è stato individuato un acquifero con quota piezometrica inferiore al livello del Fiume Tevere, caratterizzato da buona qualità delle acque e attualmente in fase di studio.

Strutture calcaree minori sono le Unità idrogeologiche di **Monte Malbe-Monte Tezio** e del **Monte Subasio**.

La prima, situata pochi chilometri a ovest di Perugia ha una superficie poco estesa, pari a circa 60 km². La ricarica complessiva del sistema è stata valutata intorno ai 25 Mm³/anno, che alimentano un probabile livello di saturazione di base, in quanto nell'area si rilevano solo ridotte emergenze della circolazione idrica sotterranea.

Attualmente da tale idrostruttura non si hanno prelievi della risorsa ad uso idropotabile e anche la captazione per altri usi è praticamente trascurabile. Un recente studio realizzato dal Consorzio Acquedotti di Perugia (ora Umbra Acque) nell'area di Monte Malbe ha permesso di stimare, per tale settore, il volume della risorsa estraibile in 3 Mm³ annui.

La struttura del Monte Subasio, situata al limite orientale della Valle Umbra all'altezza di Assisi, si estende su una superficie di circa 50 km². Per questa struttura è stata valutata un'infiltrazione efficace media annua pari a 20 Mm³, che prevalentemente alimenta un livello di saturazione di base. La struttura non presenta sorgenti con portate significative. Una consistente aliquota del volume di infiltrazione contribuisce alla ricarica dell'acquifero alluvionale della Valle Umbra, in particolare nella aree di Assisi e Spello.

3.2.1 Sistema carbonatico profondo

La presenza di un circuito idrico profondo regionale, che interessa la parte basale del complesso Giurassico del Calcare Massiccio e la formazione Triassica delle Anidriti di Burano, risulta essere da tempo noto per la presenza di sorgenti quali quelle di Stifone, Clitunno, Rasiglia e Triponzo che evidenziano un chimismo delle acque tipiche della circolazione in depositi contenenti solfati, che caratterizzano la formazione delle Anidriti di Burano.

Recenti perforazioni profonde realizzate nel territorio regionale, unitamente ad ulteriori studi e indagini idrogeologiche e idrochimiche, hanno evidenziato la probabile continuità e notevole estensione di tale serbatoio idrico. Si presuppone che gli orizzonti dolomitici, particolarmente fratturati, siano sede di una circolazione idrica, mentre gli orizzonti evaporatici possano essere considerati acquicludes/aquitard privi di circolazione idrica significativa.

L'entità dei volumi idrici defluenti da tale sistema risultano essere consistente in considerazione che la sola sorgente di Stifone ha una portata media intorno ai 15 mc/s.

I vari sviluppi delle indagini sui sistemi carbonatici profondi, previsti nell'ambito delle attività conoscitive riportate nella parte III sezione VII del Piano, permetteranno di definire con maggiore dettaglio le caratteristiche idrodinamiche e idrochimiche di tali sistemi per pervenire ad un'adeguata definizione delle misure di salvaguardia e di utilizzo degli stessi.

3.3 Acquifero vulcanico

L'area del complesso vulcanico vulsino interessa la Regione Umbria nell'area compresa tra Orvieto, Castel Giorgio e Bolsena, per una superficie di circa 130 km².

L'acquifero, è costituito da una sequenza di depositi piroclastici e colate laviche, con permeabilità differenziate in funzione della porosità e grado di fratturazione, sovrapposta ad un basamento sedimentario prevalentemente costituito dai terreni argillosi pliocenici impermeabili.

La potenza della sequenza dei depositi vulcanici risulta superiore anche ai 200- 300 m.

Le quote piezometriche sono situate intorno ai 500 m s.l.m. all'altezza di Castel Giorgio, e decrescono al di sotto dei 300 m.s.l.m. in corrispondenza del bordo orientale della struttura. Le linee di drenaggio principali sono due, una verso la Valle del Paglia e l'altra verso il Lago di Bolsena.

La soggiacenza della superficie piezometrica va da un minimo di alcune decine di metri dal piano campagna fino a 100-150 metri.

Le perforazioni profonde realizzate dalla Regione dell'Umbria hanno raggiunto il substrato impermeabile e hanno permesso di ricostruire nel dettaglio le caratteristiche idrogeologiche del sistema, evidenziando la presenza di più livelli acquiferi, di cui il più superficiale di tipo freatico.

Dal bilancio idrogeologico stimato per l'area si deduce che l'infiltrazione efficace è pari a 250-300 mm/anno, cui corrisponde un volume medio di ricarica di circa 25 Mm³.

Le emergenze puntuali principali sono costituite dalle sorgenti di Tione e Sugano, con portate medie complessive di 150-200 l/s. Nei limiti regionali l'acquifero vulcanico alimenta inoltre sorgenti lineari per circa 100 l/s.

I prelievi principali vengono effettuati dalle sorgenti di Sugano e Tione, le cui acque sono utilizzate a scopi idropotabili, mentre il prelievo da pozzi risulta minimo per tutti gli usi.

3.4 Acquiferi minori

Negli acquiferi minori vengono comprese tutte quelle aree ove sono presenti sistemi di circolazione idrica sotterranea che assumono importanza a carattere locale.

Tali sistemi acquiferi possono essere suddivisi in funzione della natura delle formazioni geologiche che li costituiscono e sono classificabili nelle seguenti categorie:

- Acquiferi dei depositi detritici e dei fondovalle alluvionali;
- Acquiferi dei depositi sabbiosi-conglomeratici plio-pleistocenici e dei travertini;
- Acquiferi delle formazioni torbiditiche.

3.4.1 Acquiferi dei depositi detritici e dei fondovalle alluvionali

Nelle pianure alluvionali minori e nei depositi detritici, in particolare quelli delle fasce pedemontane delle strutture carbonatiche, si instaura una circolazione idrica sotterranea che può risultare importante localmente.

In alcune situazioni, i depositi detritici possono essere alimentati da più ampie strutture idrogeologiche ed essere pertanto caratterizzati da una ricarica continua e consistente. Anche le alluvioni di fondovalle, se in contatto idraulico con corsi d'acqua di discreta portata, risultano sede di acquiferi con volumi idrici significativi.

3.4.2 Acquiferi dei depositi sabbiosi-conglomeratici plio-pleistocenici e dei travertini

Tali depositi, presenti estesamente per lo più nella fascia centro occidentale del territorio regionale, fanno parte della sequenza continentale fluviale e lacustre plio-pleistocenica. Le litofacies sabbioso-conglomeratiche che si rinvengono in estesi affioramenti, o intercalate in profondità con livelli argillosi, sono sede di una circolazione idrica sotterranea che risulta talora di interesse locale. Tali falde alimentano alcuni acquedotti comunali o frazionali.

La produttività dei pozzi che intercettano questi acquiferi è generalmente ridotta, con portate che raramente superano 1 l/s, e le sorgenti in molti casi sono a carattere stagionale.

Le condizioni riducenti, la natura litologica dei terreni, i lunghi tempi di interazione acqua-roccia determinano frequentemente una cattiva qualità delle acque per cause naturali.

Per quanto riguarda i depositi di travertino, le aree più estese di affioramento sono quelle ad ovest di Perugia, in corrispondenza della zona di S. Sabina - Castel del Piano, e quelle ai piedi del versante occidentale dei Monti Martani e del Monte Subasio. In tali depositi si instaura una circolazione idrica che talora risulta consistente e con una buona qualità delle acque.

3.4.3 Acquiferi delle formazioni torbiditiche

Le sequenze dei depositi torbiditici arenacei e calcarenitici affiorano estesamente nel territorio regionale.

Le sorgenti, sia di tipo puntuale che lineare, hanno in molti casi portate apprezzabili e continue nel corso dell'anno, e i pozzi possono avere produttività anche di qualche litro al secondo. Tale risorsa idrica assume una rilevante importanza per l'alimentazione di acquedotti comunali e frazionali.

La qualità delle acque è generalmente buona, vista anche la natura propria delle formazioni acquifere, e solo i livelli più superficiali risultano talora interessati da locali fenomeni di inquinamento.

SEZIONE II

PRESSIONI ESERCITATE DALL'ATTIVITA'
ANTROPICA SULLE ACQUE SUPERFICIALI E
SOTTERRANEE

1 GLI USI DELLA RISORSA

L'analisi dell'uso della risorsa idrica richiederebbe la conoscenza dei prelievi effettuati da ciascun corpo idrico per tipologia di utilizzo. Tale tipo di informazione è disponibile solo per le principali captazioni ad uso idropotabile pubblico. Pertanto, al fine di ricostruire comunque il quadro dei prelievi, vengono effettuate le seguenti analisi:

- stima dei fabbisogni teorici potenziali per le principali categorie di uso;
- analisi dei prelievi autorizzati;
- analisi delle caratteristiche del sistema acquedottistico, del sistema irriguo, delle modalità di approvvigionamento per uso industriale, idroelettrico e usi minori;
- stima dei prelievi per sottobacino e corpo idrico sotterraneo.

1.1 Fabbisogno idrico teorico

I fabbisogni idrici teorici potenziali sono stati stimati applicando coefficienti di fabbisogno idrico unitario ai dati relativi alla consistenza dei principali settori idroesigenti, e più precisamente: civile, agricolo, zootecnico ed industriale.

La consistenza di tali settori, valutata rispettivamente come popolazione, ettari per tipo di coltura praticata, capi di bestiame allevati, addetti alle attività industriali, viene tratta dai dati dei Censimenti Istat più recenti.

I dati a scala comunale sono stati rielaborati per ottenere stime dei fabbisogni a scala di sottobacino idrografico, mediante opportuni fattori di distribuzione territoriale.

Nella parte conclusiva viene presentata, per ogni sottobacino, un'analisi della distribuzione del fabbisogno idrico complessivo tra le diverse categorie di utilizzo e, per ciascuna categoria, degli elementi principali che determinano il fabbisogno idrico.

1.1.1 Uso civile

Per la definizione del fabbisogno idrico teorico a scopo civile, sono stati considerati l'uso domestico, relativo sia alla popolazione residente che alla popolazione non residente, l'uso extradomestico e l'uso pubblico.

Per la stima sono state applicate le dotazioni unitarie definite nel P.R.R.A. (Piano Regolatore Regionale degli Acquedotti approvato con D.C.R. n 120 del 13/02/07) ai dati sulla popolazione residente forniti dal "14° Censimento generale della popolazione e delle abitazioni", realizzato da Istat nell'anno 2001.

Tab. 6 - Dotazioni idriche unitarie per uso civile domestico

Tipo di utenza	Dotazione (l/g/utente)		
	media annua	mese (o mesi) di maggior consumo	giorni di maggior consumo
domestica residente	200	240	270
domestica non residente	--	240 (*)	270

* relativa a due mesi estivi

Fonte: Studi per l'aggiornamento del Piano Regolatore Regionale degli Acquedotti (P.R.R.A.) – Regione Umbria, 2002

Tab. 7 - Dotazioni idriche unitarie per uso civile extradomestico

Comuni con:	Dotazione (l/g/res. serv.)	
	media annua	giorno max cons.
< 5.000 abitanti	20	27
> 5.000 e < 10.000	25	34
>10.000 e < 30.000	30	40
> 30.000 abitanti	35	47

Fonte: Studi per l'aggiornamento del Piano Regolatore Regionale degli Acquedotti (P.R.R.A.) – Regione Umbria, 2002

Tab. 8 - Dotazioni idriche unitarie per uso civile pubblico

Comuni con:	Dotazione (l/g/res. serv.)	
	media annua	giorno max cons.
< 5.000 abitanti	20	27
> 5.000 e < 10.000	30	40
>10.000 e < 50.000	50	67
> 50.000 abitanti	70	95

Fonte: Studi per l'aggiornamento del Piano Regolatore Regionale degli Acquedotti (P.R.R.A.) – Regione Umbria, 2002

Tab. 9 – Stima del consumo idrico netto settore civile nell'anno 2001

	Popolazione residente (ISTAT 2001)	Domestico residente (m ³ /anno)	Domestico non residente (m ³ /anno)	Extra domestico (m ³ /anno)	Pubblico (m ³ /anno)	Totale (m ³ /anno)
Provincia Perugia	605.950	44.234.350	1.068.466	6.807.093	10.860.619	62.970.527
Provincia Terni	219.876	16.050.948	417.326	2.369.314	4.089.409	22.926.997
Regione	825.826	60.285.298	1.485.792	9.176.407	14.950.028	85.897.967

Fonte: Studi per l'aggiornamento del Piano Regolatore Regionale degli Acquedotti (P.R.R.A.) – Regione Umbria, 2002

A scala regionale viene così stimato un fabbisogno idrico netto per uso civile di circa 86 milioni di metri cubi annui, a cui vanno aggiunte le perdite in rete, che, in base alle elaborazioni statistiche contenute nel P.R.R.A., individua i fabbisogni totali al 2015 e 2040.

Tab. 10 – Riepilogo dei volumi idrici annui e delle portate medie annuali richieste

ATO	Anno 2015			Anno 2040		
	Volume lordo (m ³)		Portata media (m ³ /s)	Volume lordo (m ³)		Portata media (m ³ /s)
	giornal.	annuo		giornal.	annuo	
n. 1	162.937	59.472.005	1,89	181.484	66.241.660	2,10
n. 2	75.874	27.694.010	0,88	75.557	27.578.305	0,87
n. 3	54.908	20.041.420	0,64	57.827	21.106.855	0,67
Totale	293.719	107.207.435	3,40	314.868	114.926.820	3,64

Fonte: Studi per l'aggiornamento del Piano Regolatore Regionale degli Acquedotti (P.R.R.A.) – Regione Umbria, 2002

I dati, disponibili a scala comunale, sono stati rielaborati a scala di sottobacino idrografico utilizzando i coefficienti di distribuzione della popolazione comunale all'interno dei sottobacini (Tab. 12 e seguenti) forniti dal Documento di Aggiornamento del Piano Regionale di Risanamento delle acque.

Fanno eccezione i sottobacini Nestore e Trasimeno, che vengono trattati nel Piano di Risanamento delle Acque come singola unità territoriale, il sottobacino Arno e i territori afferenti al Mare Adriatico (TAMA), che non venivano presi in esame nello stesso documento. Per questi è stata utilizzata la percentuale di area urbana di ciascun comune ricadente nel sottobacino.

Tab. 11 – Distribuzione della popolazione residente per bacino idrografico

Sottobacino	Popolazione residente
ALTO TEVERE	133.803
MEDIO TEVERE	59.092
BASSO TEVERE	32.632
CHIASCIO	83.439
TOPINO MARROGGIA	147.393
TRASIMENO	24.394
NESTORE	144.355
PAGLIA CHIANI	39.964
NERA	153.882
ARNO	4.241
BACINI MARCHIGIANI	2.631
Totale	825.826

Fonte: 14° Censimento generale della popolazione e delle abitazioni, ISTAT, 2001

Tab. 12 - Distribuzione della popolazione residente per bacino idrografico (Provincia di Perugia) – valori percentuali

COMUNE	POPOLAZIONE RESIDENTE	POPOLAZIONE %										
		ALTO TEVERE	MEDIO TEVERE	BASSO TEVERE	CHIASCIO	TOPINO MARROGGIA	TRASIMENO	NESTORE	PAGLIA CHIANI	NERA	ARNO	T.A.M.A.
Assisi	25.304	0,00%	0,00%	0,00%	40,00%	60,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Bastia Umbra	18.400	0,00%	0,00%	0,00%	96,00%	4,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Bettona	3.784	0,00%	3,00%	0,00%	47,00%	50,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Bevagna	4.799	0,00%	2,14%	0,00%	0,00%	97,86%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Campello sul Clitunno	2.367	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	91,69%	0,00%	0,00%	0,00%	8,31%	0,00%	0,00%
Cannara	3.952	0,00%	0,20%	0,00%	0,00%	99,80%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Cascia	3.260	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%
Castel Ritaldi	3.071	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Castiglione del Lago	14.230	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	87,72%	0,00%	0,00%	0,00%	12,28%	0,00%
Cerreto di Spoleto	1.137	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,55%	0,00%	0,00%	0,00%	99,45%	0,00%	0,00%
Citerna	3.131	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Città della Pieve	7.122	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	25,73%	0,00%	50,00%	0,00%	24,27%	0,00%
Città di Castello	37.889	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Collazzone	2.929	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Corciano	15.256	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Costacciaro	1.289	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Deruta	8.090	0,00%	98,17%	0,00%	1,83%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Foligno	51.130	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	94,11%	0,00%	0,00%	0,00%	4,38%	0,00%	1,51%
Fossato di Vico	2.439	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Fratta Todina	1.733	0,00%	94,84%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	5,16%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Giano dell'Umbria	3.383	0,00%	91,32%	0,00%	0,00%	8,68%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Gualdo Cattaneo	6.056	0,00%	95,23%	0,00%	0,00%	4,77%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Gualdo Tadino	15.064	0,00%	0,00%	0,00%	94,00%	6,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Gubbio	31.616	23,78%	0,00%	0,00%	75,31%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,91%
Lisciano Niccone	670	95,08%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	4,92%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Magione	12.306	2,66%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	11,58%	85,76%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

COMUNE	POPOLAZIONE RESIDENTE	POPOLAZIONE %										
		ALTO TEVERE	MEDIO TEVERE	BASSO TEVERE	CHIASCIO	TOPINO MARROGGIA	TRASIMENO	NESTORE	PAGLIA CHIANI	NERA	ARNO	T.A.M.A.
Marsciano	16.336	0,00%	17,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	83,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Massa Martana	3.541	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Monte Castello di Vibio	1.627	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
M.te Santa Maria Tiberina	5.630	0,00%	4,53%	0,00%	0,00%	95,47%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Montefalco	681	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%
Monteleone di Spoleto	1.225	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Montone	1.555	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Nocera Umbra	5.896	0,00%	0,00%	0,00%	0,38%	98,03%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	1,59%
Norcia	4.872	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%
Paciano	953	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	19,69%	0,00%	0,00%	0,00%	80,31%	0,00%
Panicale	5.335	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	12,22%	87,78%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Passignano sul Trasimeno	5.059	10,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	82,94%	7,06%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Perugia	149.125	34,00%	0,30%	0,00%	2,70%	0,00%	0,00%	63,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Piegaro	3.645	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	99,49%	0,51%	0,00%	0,00%	0,00%
Pietralunga	2.342	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Poggiodomo	172	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%
Preci	817	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%
San Giustino	10.394	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Sant'Anatolia di Narco	567	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	3,57%	0,00%	0,00%	0,00%	96,43%	0,00%	0,00%
Scheggia e Pascelupo	1.477	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%
Scheggino	458	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,13%	0,00%	0,00%	0,00%	99,87%	0,00%	0,00%
Sellano	1.208	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	40,00%	0,00%	0,00%	0,00%	60,00%	0,00%	0,00%
Sigillo	2.461	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Spello	8.304	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Spoleto	37.889	0,00%	1,00%	0,00%	0,00%	97,00%	0,00%	0,00%	0,00%	2,00%	0,00%	0,00%
Todi	16.704	0,00%	98,81%	1,19%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Torgiano	5.406	48,00%	14,00%	0,00%	38,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Trevi	7.773	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

COMUNE	POPOLAZIONE RESIDENTE	POPOLAZIONE %										
		ALTO TEVERE	MEDIO TEVERE	BASSO TEVERE	CHIASCIO	TOPINO MARROGGIA	TRASIMENO	NESTORE	PAGLIA CHIANI	NERA	ARNO	T.A.M.A.
Tuoro sul Trasimeno	3.585	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Umbertide	15.254	98,21%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	1,79%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Valfabbrica	3.483	0,00%	0,00%	0,00%	99,47%	0,53%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Vallo di Nera	428	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	3,70%	0,00%	0,00%	0,00%	96,30%	0,00%	0,00%
Valtopina	1.341	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

(Per i sottobacini Nestore, Trasimeno, Arno e i bacini marchigiani, è stata utilizzata la percentuale di area urbana di ciascun comune ricadente nel bacino).

Fonte: 14° Censimento generale della popolazione e delle abitazioni, ISTAT, 2001; Documento di Aggiornamento Piano Regionale Risanamento Acque - Regione Umbria, 2000

Tab. 13 - Distribuzione della popolazione residente per bacino idrografico (Provincia di Terni) – valori percentuali

COMUNE	POPOLAZIONE RESIDENTE	POPOLAZIONE %										
		ALTO TEVERE	MEDIO TEVERE	BASSO TEVERE	CHIASCIO	TOPINO MARROGGIA	TRASIMENO	NESTORE	PAGLIA CHIANI	NERA	ARNO	T.A.M.A.
Acquasparta	4.527	0,00%	93,00%	0,00%	0,00%	5,00%	0,00%	0,00%	0,00%	2,00%	0,00%	0,00%
Allerona	1.822	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Alviano	1.508	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Amelia	11.073	0,00%	0,00%	97,22%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	2,78%	0,00%	0,00%
Arrone	2.696	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%
Attigliano	1.700	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Avigliano Umbro	2.378	0,00%	23,00%	77,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Baschi	2.649	0,00%	55,00%	45,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Calvi dell'Umbria	1.830	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Castel Giorgio	2.162	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Castel Viscardo	3.047	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Fabro	2.699	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Ferentillo	1.904	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%
Ficulle	1.682	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Giove	1.791	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Guardea	1.795	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Lugnano in Teverina	1.606	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Montecastrilli	4.620	0,00%	35,00%	43,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	22,00%	0,00%	0,00%
Montecchio	1.747	0,00%	4,70%	95,30%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Montefranco	1.262	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%
Montegabbione	1.241	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	14,00%	86,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Monteleone d'Orvieto	1.629	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	5,00%	95,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Narni	20.070	0,00%	0,00%	8,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	92,00%	0,00%	0,00%
Orvieto	20.705	0,00%	3,00%	1,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	96,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Otricoli	1.831	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Parrano	579	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	9,60%	90,40%	0,00%	0,00%	0,00%
Penna in Teverina	1.045	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

COMUNE	POPOLAZIONE RESIDENTE	POPOLAZIONE %										
		ALTO TEVERE	MEDIO TEVERE	BASSO TEVERE	CHIASCIO	TOPINO MARROGGIA	TRASIMENO	NESTORE	PAGLIA CHIANI	NERA	ARNO	T.A.M.A.
Polino	267	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%
Porano	1.774	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%
San Gemini	4.510	0,00%	3,57%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	96,43%	0,00%	0,00%
San Venanzo	2.295	0,00%	18,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	74,00%	8,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Stroncone	4.414	0,00%	0,00%	1,70%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	98,30%	0,00%	0,00%
Terni	105.018	0,00%	2,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	98,00%	0,00%	0,00%

(Per i sottobacini Nestore, Trasimeno, Arno e i bacini marchigiani, è stata utilizzata la percentuale di area urbana di ciascun comune ricadente nel bacino).

Fonte: 14° Censimento generale della popolazione e delle abitazioni, ISTAT, 2001; Documento di Aggiornamento Piano Regionale Risanamento Acque - Regione Umbria, 2000

I risultati della elaborazione a scala di bacino vengono presentati in Tab. 14 e Fig. 22.

Tab. 14 – Fabbisogno idrico uso civile per bacino idrografico

Sottobacino	Fabbisogno idrico (m³/anno)
ALTO TEVERE	14.182.258
MEDIO TEVERE	5.730.754
BASSO TEVERE	3.182.265
CHIASCIO	8.561.095
TOPINO MARROGGIA	14.937.490
TRASIMENO	2.472.985
NESTORE	15.598.940
PAGLIA CHIANI	3.929.382
NERA	16.598.696
ARNO	423.639
BACINI MARCHIGIANI	280.019
Totale	85.897.524

Fonte: ARPA Umbria

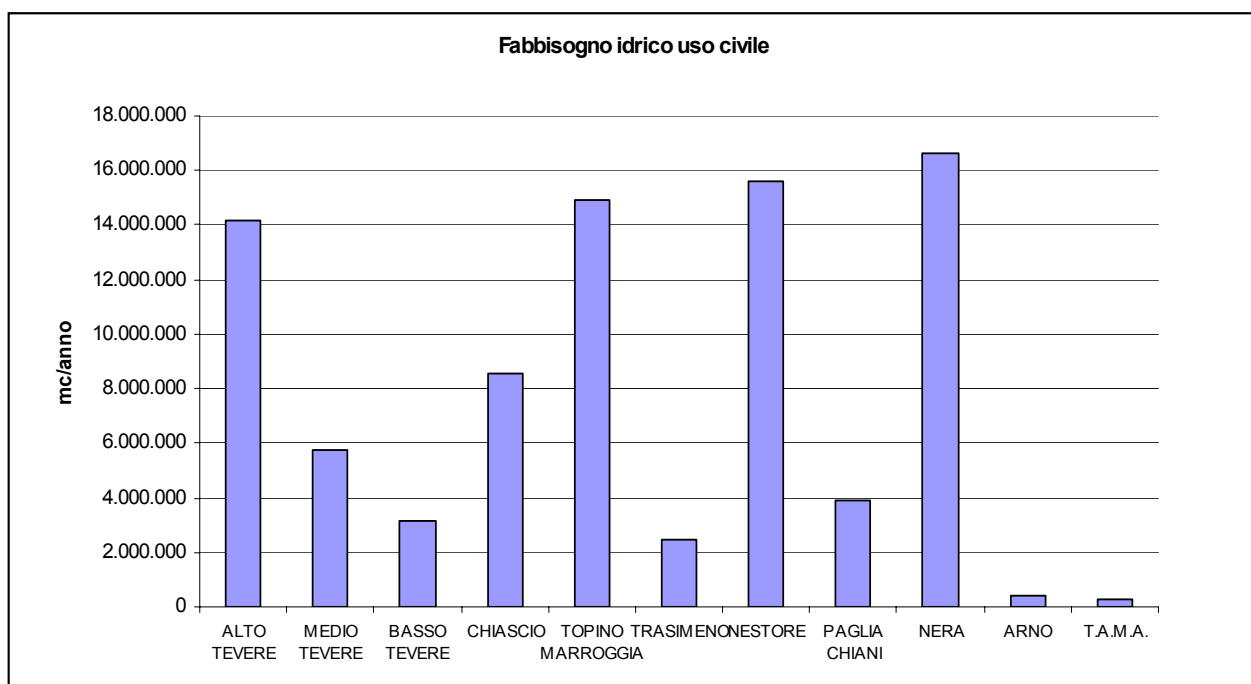


Fig. 22 - Fabbisogno idrico uso civile per bacino idrografico

Fonte: Studi per l'aggiornamento del Piano Regolatore Regionale degli Acquedotti (P.R.R.A.) – ARPA Umbria, 2002

1.1.2 Uso irriguo

Il fabbisogno irriguo è stato stimato applicando alle superfici irrigate per tipo di coltura le dotazioni irrigue unitarie derivate dai Disciplinari di Produzione Integrata dell'Assessorato Agricoltura, Ambiente e Sviluppo Sostenibile della Regione Emilia Romagna. Alle dotazioni unitarie di base richieste "alla coltura" sono state sottratte le piogge medie utili del periodo maggio-agosto relative alla fascia regionale che comprende le principali aree vallive (Tab. 15).

Per la stima di tali piogge è stata utilizzata la carta isoietografica del territorio regionale, che evidenziava afflussi variabili, a livello comunale, tra gli 800 e 1350 mm/anno, con un dato medio di

circa 990 mm/anno. Considerando che tale carta non è recente e che nell'Italia centro-meridionale, negli ultimi anni le precipitazioni sono state inferiori alla media storica, sono stati analizzati i dati pluviometrici per il periodo 1994-2001 di 30 stazioni dell'Ufficio Idrografico della Regione, omogeneamente distribuite sul territorio regionale. Questi dati hanno consentito di effettuare una ricostruzione delle isoiete medie recenti e quindi, per sovrapposizione, delle piogge medie a livello comunale che oscillano tra 600 e 1350 mm/anno. Il dato medio sulla regione risulta pari a circa 830 mm/anno, il 16% in meno rispetto alla media storica. Si precisa che il biennio 2000- 2001 è risultato particolarmente siccitoso, quindi i dati di questo periodo possono avere indotto una parziale sottostima degli afflussi medi degli ultimi otto anni.

Tab. 15 - Dotazioni irrigue unitarie “alla coltura” per le principali colture irrigate, al netto della pioggia media regionale.

Tipo di coltura	Fabbisogni unitari (m³/anno/ettaro)
Frumento	400
Mais da granella	2300
Patata	1800
Barbabietola da zucchero	2000
Girasole	500
Soia	1200
Ortive	2690
Foraggiere avv.	1800
Vite	1000
Fruttiferi	2580
Altre coltivazioni	2000

Fonte: Disciplinari di Produzione Integrata dell'Assessorato Agricoltura, Ambiente e Sviluppo Sostenibile - Regione Emilia Romagna

Il fabbisogno idrico unitario di colture quali il frumento e il girasole, in genere non irrigate in Umbria, tiene conto della irrigazione di “soccorsi”. Per il fabbisogno irriguo unitario della categoria “altre coltivazioni” si è tenuto presente che in tale voce è prevalente la coltivazione del tabacco, molto diffusa in alcune aree agricole della regione.

I valori delle superfici irrigate per le diverse tipologie di colture sono forniti dal “V Censimento generale dell'Agricoltura” realizzato da Istat nell'anno 2000.

In base a tali dati, la superficie irrigabile regionale risulta pari a circa 67.000 ha di cui 32.000 ha di superficie irrigata.

Il fabbisogno irriguo a scala regionale viene stimato in quasi 61 milioni di metri cubi, per il 92% relativi alle attività agricole presenti nel territorio della Provincia di Perugia.

Tab. 16 - Fabbisogno irriguo teorico

	Superficie irrigata (ettari)	Fabbisogno irriguo teorico (m³ annui)
Provincia di Perugia	29.157	56.075.055
Provincia di Terni	2.960	4.961.661
Totale regionale	32.117	61.036.716

Fonte: Elaborazione ARPA Umbria da V Censimento generale dell'Agricoltura, Istat, 2000.

I dati a scala comunale sono stati rielaborati per ottenere stime a scala di bacino idrografico, utilizzando la distribuzione di territorio comunale all'interno dei bacini (Tab. 17 e Tab. 18), ipotizzando quindi che la superficie irrigata sia uniformemente distribuita sul territorio comunale. Il margine di errore derivante da questa approssimazione va tenuto in considerazione nell'interpretazione delle stime risultanti.

I risultati della elaborazione a scala di bacino vengono presentati in Tab. 20 e Fig. 23.

Tab. 17 - Distribuzione dei territori comunali all'interno dei bacini idrografici – Provincia di Perugia

Comune	AREA %										
	ALTO TEVERE	MEDIO TEVERE	BASSO TEVERE	CHIASCIO	TOPINO MARROGGIA	TRASIMENO	NESTORE	PAGLIA CHIANI	NERA	ARNO	TAMA
Assisi	0,00	0,00	0,00	66,13	33,87	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bastia	0,00	0,00	0,00	94,79	5,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bettona	0,00	13,14	0,00	51,02	35,84	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bevagna	0,00	2,27	0,00	0,00	97,73	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Campello sul Clitunno	0,00	0,00	0,00	0,00	91,22	0,00	0,00	0,00	8,78	0,00	0,00
Cannara	0,00	0,12	0,00	0,00	99,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cascia	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
Castel Ritaldi	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Castiglione del Lago	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	76,08	0,00	0,00	0,00	23,92	0,00
Cerreto di Spoleto	0,00	0,00	0,00	0,00	0,43	0,00	0,00	0,00	99,57	0,00	0,00
Citerna	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Città della Pieve	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	25,14	6,62	55,50	0,00	12,74	0,00
Città di Castello	88,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11,74
Collazzone	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Corciano	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Costacciaro	0,00	0,00	0,00	86,47	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13,53
Deruta	0,00	98,20	0,00	1,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Foligno	0,00	0,00	0,00	0,00	91,76	0,00	0,00	0,00	4,29	0,00	3,95
Fossato di Vico	0,00	0,00	0,00	98,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,08
Fratta Todina	0,00	97,23	0,00	0,00	0,00	0,00	2,77	0,00	0,00	0,00	0,00
Giano dell'Umbria	0,00	90,93	0,00	0,00	9,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gualdo Cattaneo	0,00	95,81	0,00	0,00	4,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Gualdo Tadino	0,00	0,00	0,00	82,96	13,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,62
Gubbio	44,81	0,00	0,00	41,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13,76
Lisciano Niccone	95,61	0,00	0,00	0,00	0,00	4,36	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00
Magione	2,04	0,00	0,00	0,00	0,00	39,76	58,20	0,00	0,00	0,00	0,00
Marsciano	0,00	24,34	0,00	0,00	0,00	0,00	75,66	0,00	0,00	0,00	0,00

Comune	AREA %										
	ALTO TEVERE	MEDIO TEVERE	BASSO TEVERE	CHIASCIO	TOPINO MARROGGIA	TRASIMENO	NESTORE	PAGLIA CHIANI	NERA	ARNO	TAMA
Massa Martana	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Monte Castello di Vibio	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Montefalco	0,00	4,64	0,00	0,00	95,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Monteleone di Spoleto	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
M.te Santa Maria Tiberina	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Montone	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Nocera Umbra	0,00	0,00	0,00	0,41	85,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13,79
Norcia	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
Paciano	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	23,31	1,07	0,00	0,00	75,62	0,00
Panicle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	47,12	52,82	0,00	0,00	0,06	0,00
Passignano sul T.	23,92	0,00	0,00	0,00	0,00	56,08	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Perugia	55,60	1,97	0,00	5,92	0,00	0,00	36,51	0,00	0,00	0,00	0,00
Piegara	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,38	98,31	0,16	0,00	0,15	0,00
Pietralunga	73,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	26,42
Poggiodomo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
Preci	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
San Giustino	93,81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,19
Sant'Anatolia di Narco	0,00	0,00	0,00	0,00	2,75	0,00	0,00	0,00	97,25	0,00	0,00
Scheggia e Pascelupo	0,00	0,00	0,00	4,99	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	95,01
Scheggino	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	99,83	0,00	0,00
Sellano	0,00	0,00	0,00	0,00	44,91	0,00	0,00	0,00	55,09	0,00	0,00
Sigillo	0,00	0,00	0,00	94,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,71
Spello	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Spoleto	0,00	2,15	0,00	0,00	83,95	0,00	0,00	0,00	13,91	0,00	0,00
Todi	0,00	98,80	1,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Torgiano	47,12	11,61	0,00	41,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Trevi	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tuoro sul Trasimeno	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	91,51	0,00	0,00	0,00	8,49	0,00
Umbertide	98,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,79	0,00	0,00	0,00	0,00

Comune	AREA %										
	ALTO TEVERE	MEDIO TEVERE	BASSO TEVERE	CHIASCIO	TOPINO MARROGGIA	TRASIMENO	NESTORE	PAGLIA CHIANI	NERA	ARNO	TAMA
Valfabbrica	0,00	0,00	0,00	99,51	0,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Vallo di Nera	0,00	0,00	0,00	0,00	3,82	0,00	0,00	0,00	96,18	0,00	0,00
Valtopina	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Fonte: ARPA Umbria

Tab. 18 - Distribuzione dei territori comunali all'interno dei bacini idrografici – Provincia di Terni

Comune	AREA %										
	ALTO TEVERE	MEDIO TEVERE	BASSO TEVERE	CHIASCIO	TOPINO MARROGGIA	TRASIMENO	NESTORE	PAGLIA CHIANI	NERA	ARNO	TAMA
Acquasparta	0,00	70,07	0,00	0,00	27,68	0,00	0,00	0,00	2,24	0,00	0,00
Allerona	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00
Alviano	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Amelia	0,00	0,00	98,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,86	0,00	0,00
Arrone	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
Attigliano	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Avigliano Umbro	0,00	28,93	71,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Baschi	0,00	77,98	22,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Calvi dell'Umbria	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Castel Giorgio	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00
Castel Viscardo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00
Fabro	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00
Ferentillo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
Ficulle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00
Giove	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Guardea	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Lugnano in Teverina	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Montecastrilli	0,00	20,17	52,73	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	27,10	0,00	0,00
Montecchio	0,00	3,94	96,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Comune	AREA %										
	ALTO TEVERE	MEDIO TEVERE	BASSO TEVERE	CHIASCIO	TOPINO MARROGGIA	TRASIMENO	NESTORE	PAGLIA CHIANI	NERA	ARNO	TAMA
Montefranco	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
Montegabbione	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30,30	69,70	0,00	0,00	0,00
Monteleone d'Orvieto	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,17	89,83	0,00	0,00	0,00
Narni	0,00	0,00	20,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	79,63	0,00	0,00
Orvieto	0,00	26,47	4,95	0,00	0,00	0,00	0,00	68,58	0,00	0,00	0,00
Otricoli	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Parrano	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,23	89,77	0,00	0,00	0,00
Penna in Teverina	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Polino	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
Porano	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	99,93	0,00	0,00	0,00
San Gemini	0,00	3,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	96,20	0,00	0,00
San Venanzo	0,00	19,32	0,00	0,00	0,00	0,00	65,67	15,01	0,00	0,00	0,00
Stroncone	0,00	0,00	1,91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	98,09	0,00	0,00
Terni	0,00	2,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	97,88	0,00	0,00

Fonte: ARPA Umbria

Tab. 19 – Superficie irrigata per bacino idrografico

Sottobacino	Superficie irrigata (Ettari)
ALTO TEVERE	8.793,83
MEDIO TEVERE	4.579,13
BASSO TEVERE	670,12
CHIASCIO	2.186,08
TOPINO MARROGGIA	5.841,98
TRASIMENO	2.303,21
NESTORE	3.357,42
PAGLIA CHIANI	755,80
NERA	2.274,68
ARNO	764,96
BACINI MARCHIGIANI	589,79
Totale	32.117,00

Fonte: Elaborazione ARPA Umbria dati del V Censimento generale dell'Agricoltura (Istat, 2000)

Tab. 20 - Fabbisogno irriguo per bacino idrografico

Sottobacino	Fabbisogno idrico (m³/anno)
ALTO TEVERE	17.176.716
MEDIO TEVERE	8.843.448
BASSO TEVERE	1.101.335
CHIASCIO	4.310.455
TOPINO MARROGGIA	10.932.105
TRASIMENO	4.668.493
NESTORE	6.138.729
PAGLIA CHIANI	1.359.844
NERA	3.880.452
ARNO	1.493.370
BACINI MARCHIGIANI	1.131.769
Totale	61.036.716

Fonte: Elaborazione ARPA Umbria dati del V Censimento generale dell'Agricoltura (Istat, 2000)

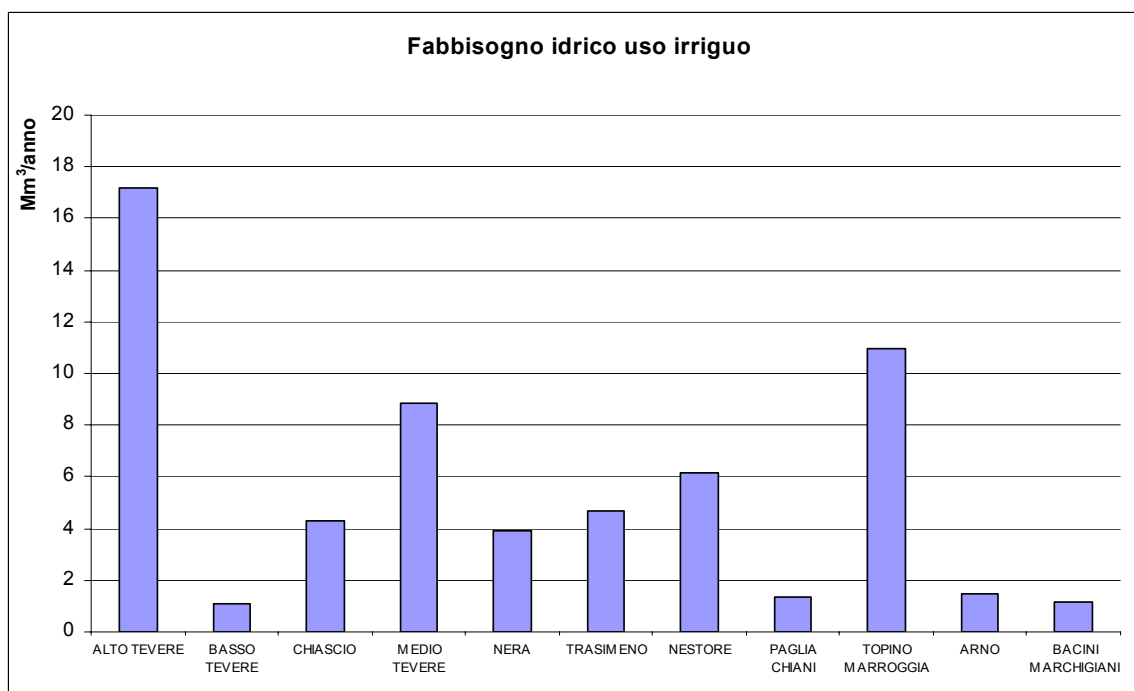


Fig. 23 - Fabbisogno irriguo per bacino idrografico

Fonte: Elaborazione ARPA Umbria dati del V Censimento generale dell'Agricoltura (Istat, 2000)

Le colture che maggiormente contribuiscono a determinare il fabbisogno irriguo sono il “granoturco da granella” e il tabacco, incluso nella voce “altre coltivazioni” (Fig. 24). Quest’ultimo, nei bacini “Alto Tevere” e “Medio Tevere”, rappresenta quasi il 50% del fabbisogno irriguo; importante anche il contributo proveniente dalla coltivazione della barbabietola da zucchero.

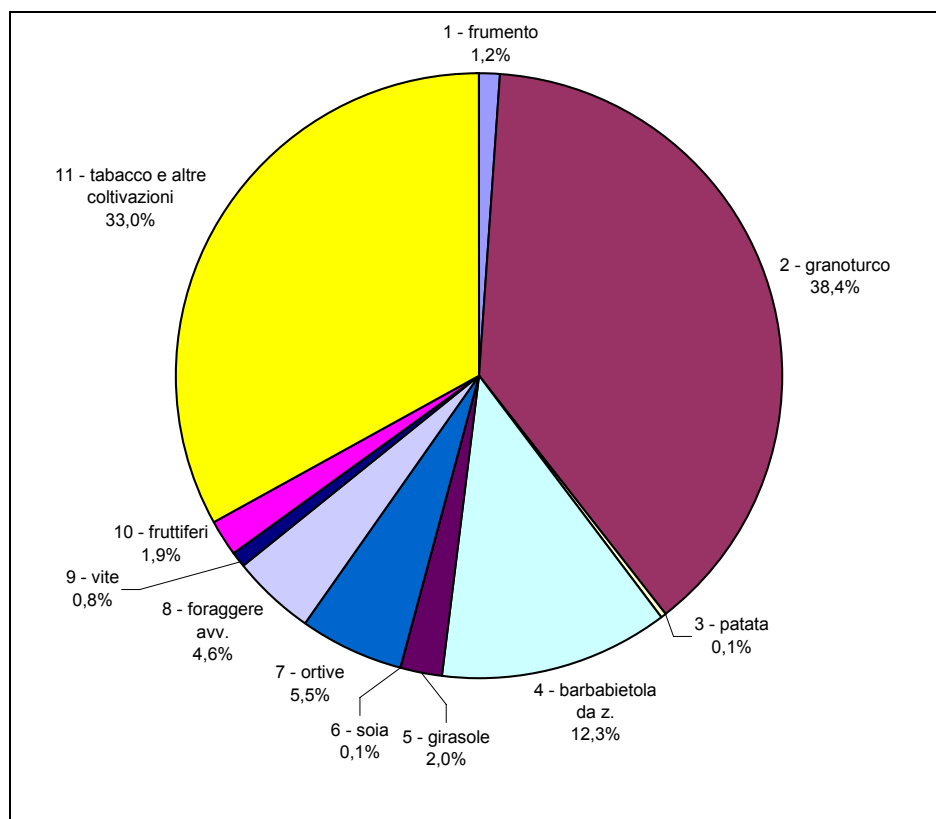


Fig. 24 - Fabbisogno irriguo per tipo di coltura

Fonte: Elaborazione ARPA Umbria dati del V Censimento generale dell'Agricoltura (ISTAT, 2000)

Per quanto riguarda le fonti di approvvigionamento, si evidenzia che la maggior parte delle aziende agricole umbre utilizza le acque sotterranee, captate mediante pozzi privati. Un numero minore di aziende utilizza le acque superficiali mediante captazioni su corsi d'acqua, laghi naturali e laghetti artificiali (Fig. 25).

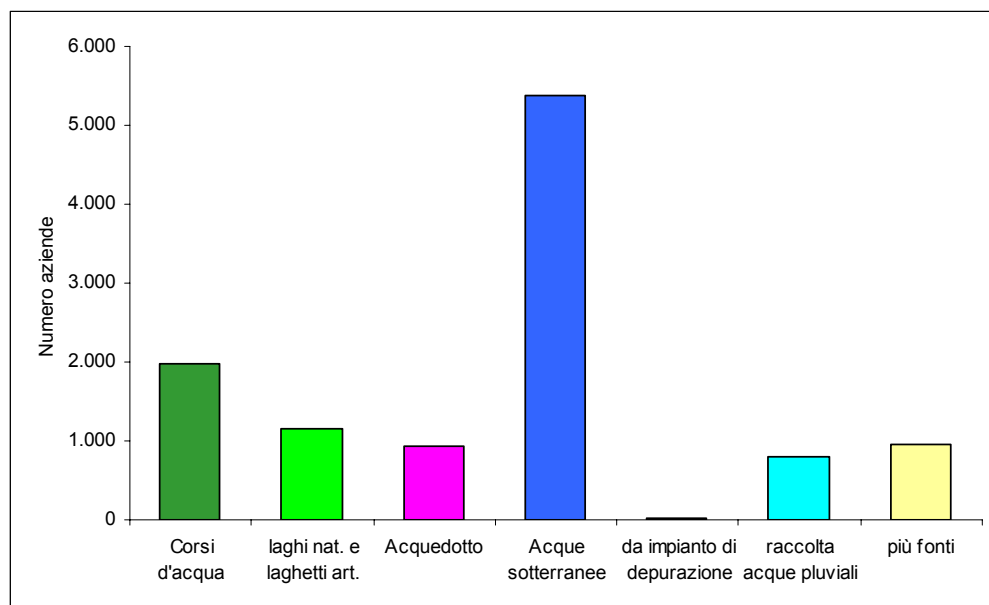


Fig. 25 - Numero aziende per fonte di approvvigionamento

Fonte: Elaborazione ARPA Umbria dati del V Censimento generale dell'Agricoltura (Istat, 2000)

Il dato relativo alle fonti di approvvigionamento per superficie irrigata mostra che le maggiori superfici vengono irrigate con acque superficiali (in misura analoga da corsi d'acqua o da laghi e invasi artificiali). Importante sarebbe conoscere il peso delle singole fonti nella voce "più fonti" (Fig. 26).

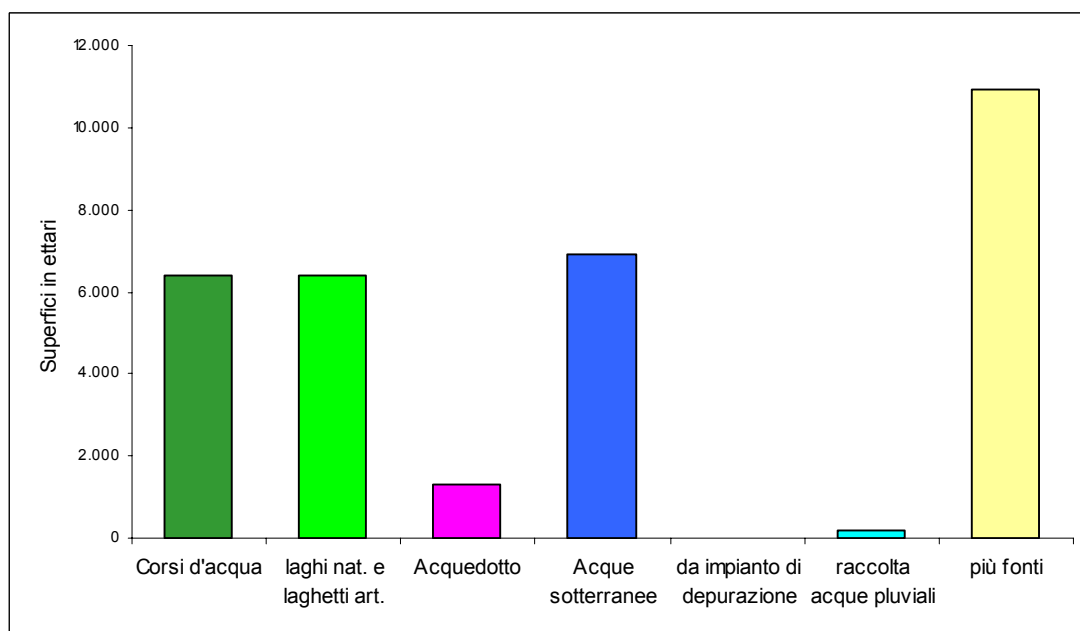


Fig. 26 - Superficie irrigata per fonte di approvvigionamento

Fonte: Elaborazione ARPA Umbria dati del V Censimento generale dell'Agricoltura (Istat, 2000)

Il dato a scala di bacino, presentato nei paragrafi successivi, evidenzia come, nelle aree in cui si ha buona disponibilità di risorse idriche sotterranee, l'approvvigionamento predilige questa fonte a quella delle acque superficiali.

I metodi irrigui normalmente utilizzati dalle aziende sono l'irrigazione per scorrimento e per aspersione. La percentuale di superficie irrigata per aspersione rappresenta l'84% di quella totale, mentre un 9% viene irrigato per scorrimento. Metodi irrigui a elevata efficienza, quali la microirrigazione e l'irrigazione a goccia, vengono utilizzati da un numero limitato di aziende per un 6% della superficie irrigata complessiva (Fig. 27 e Fig. 28).

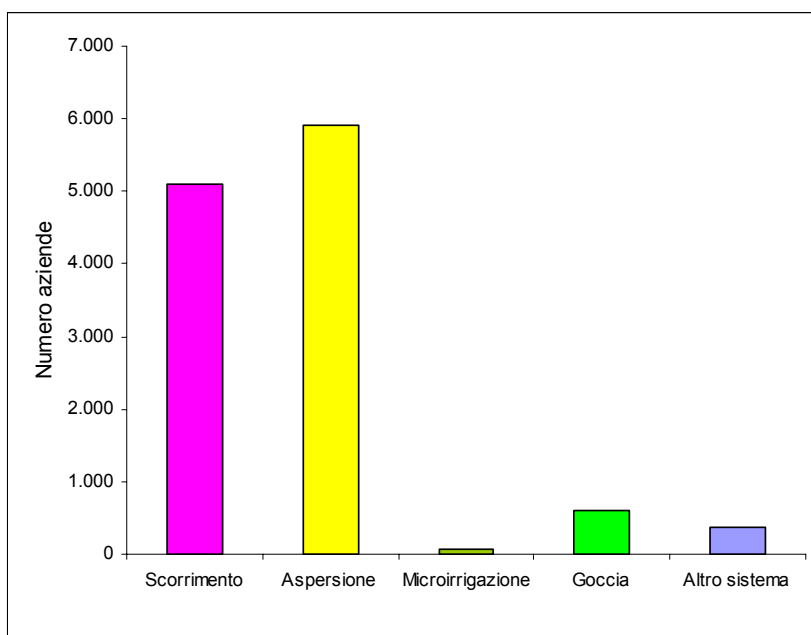


Fig. 27 - Numero aziende per metodo irriguo

Fonte: Elaborazione ARPA Umbria dati del V Censimento generale dell'Agricoltura (Istat, 2000)

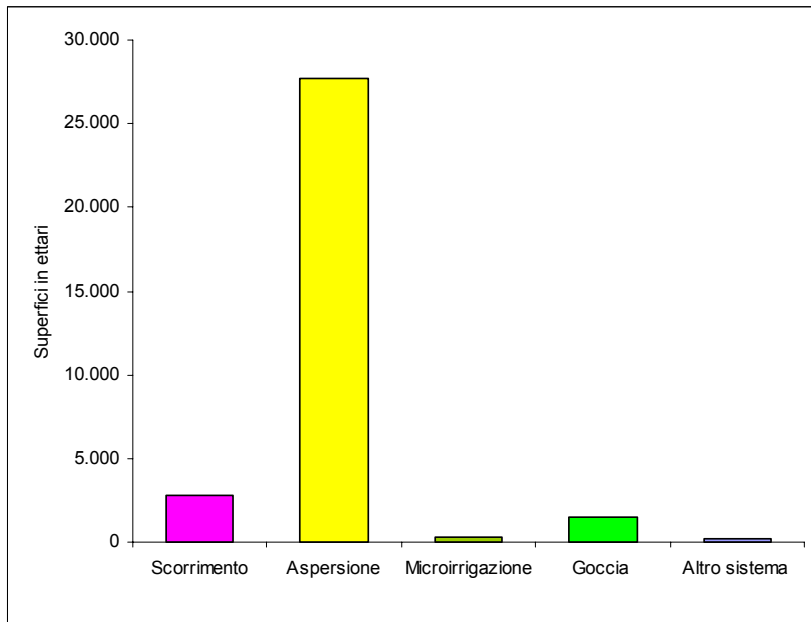


Fig. 28 - Superficie irrigata per metodo irriguo

Fonte: Elaborazione ARPA Umbria dati del V Censimento generale dell'Agricoltura (Istat, 2000)

1.1.3 Uso zootecnico

Il fabbisogno idrico teorico per uso zootecnico è stato stimato applicando fabbisogni idrici unitari disponibili in letteratura al numero di capi per specie allevata nel territorio regionale, come dedotti dal "V Censimento generale dell'Agricoltura" effettuato da Istat nell'anno 2000.

Tab. 21 - Fabbisogno idrico unitario per specie allevata

Tipo	fabbisogno idrico m ³ /capo/anno
Bovini e Bufalini	14,60
Ovini e Caprini	1,10
Equini	7,30
Suini	7,30
Avicoli	0,05
Cunicoli	0,05
Struzzi	1,33

Fonte: Regione Emilia Romagna

Tab. 22 - Fabbisogno idrico uso zootecnico (in metri cubi annui)

	Bovini e bufalini	Ovini caprini	Equini	Suini	Avicoli	Cunicoli	Struzzi	Totale
Provincia di Perugia	719.006	129.414	45.618	1.629.864	188.084	7.441	582	2.720.009
Provincia di Terni	202.546	41.533	14.615	198.728	23.297	3.142	381	484.241
Totale Regione	921.552	170.947	60.232	1.828.592	211.381	10.583	963	3.204.250

Fonte: Elaborazione ARPA Umbria dati del V Censimento generale dell'Agricoltura (Istat, 2000)

Il fabbisogno idrico teorico stimato a scala regionale risulta pari a poco più di 3 milioni di metri cubi, di cui circa l'85% legato agli allevamenti della Provincia di Perugia.

Il 57% del fabbisogno idrico complessivo per uso zootecnico è legato alle esigenze degli allevamenti di suini, prevalentemente presenti nel territorio di questa provincia (Fig. 29).

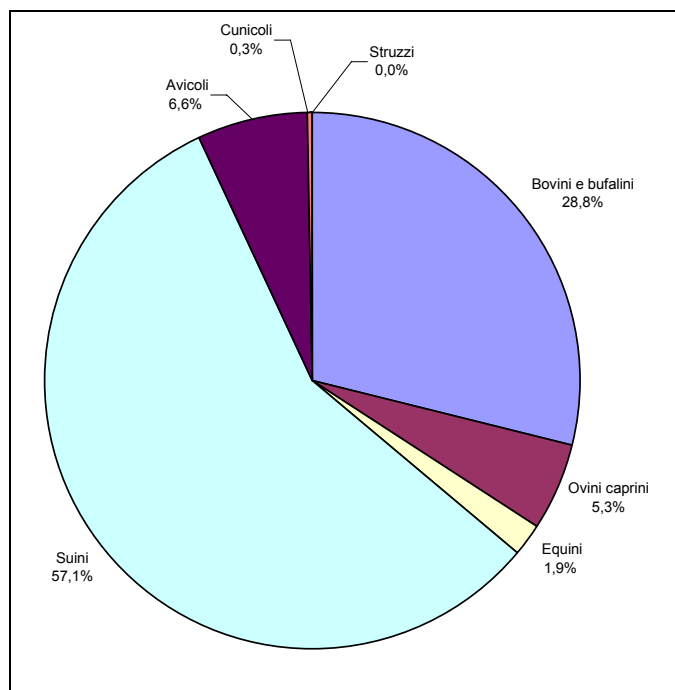


Fig. 29 - Fabbisogno idrico per specie allevata a scala regionale

Fonte: Elaborazione ARPA Umbria dati del V Censimento generale dell'Agricoltura (Istat, 2000)

I dati a scala comunale sono stati rielaborati per ottenere stime a scala di bacino idrografico utilizzando la distribuzione di territorio comunale all'interno dei bacini idrografici (Tab. 17 e Tab. 18). E' stata fatta quindi l'ipotesi che le attività zootecniche siano omogeneamente distribuite sul territorio comunale.

I risultati delle elaborazioni sono sintetizzati in Tab. 23 e Fig. 30.

Tab. 23 – Fabbisogno idrico settore zootecnico per sottobacino

Sottobacino	Fabbisogno idrico (m ³ /anno)
ALTO TEVERE	334.766
MEDIO TEVERE	483.220
BASSO TEVERE	163.916
CHIASCIO	482.315
TOPINO MARROGGIA	598.600
TRASIMENO	238.071
NESTORE	374.766
PAGLIA CHIANI	79.987
NERA	337.072
ARNO	62.544
BACINI MARCHIGIANI	48.992
TOTALE	3.204.250

Fonte: ARPA Umbria

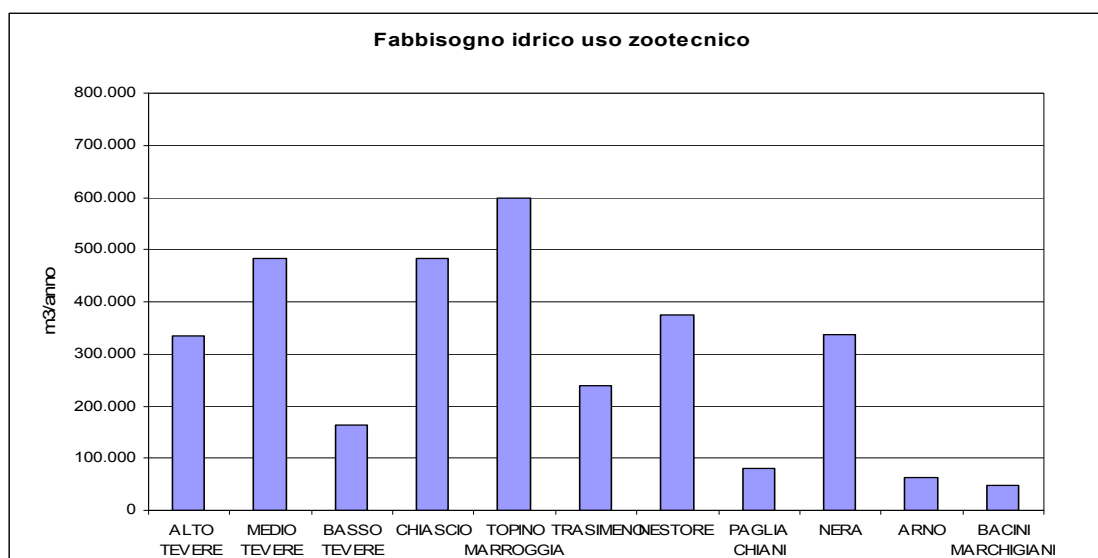


Fig. 30 - Fabbisogno idrico settore zootecnico per bacino idrografico

Fonte: Elaborazione ARPA Umbria dati del V Censimento generale dell'Agricoltura (Istat, 2000)

Il 19% circa del fabbisogno idrico ad uso zootecnico è legato agli allevamenti presenti nel bacino idrografico Topino Marroggia; importanti anche i contributi dei bacini Medio Tevere, Chiascio e Nestore. In gran parte dei bacini il fabbisogno idrico per uso zootecnico è determinato prevalentemente dalle esigenze degli allevamenti di suini; fanno eccezione i bacini del Nera, Paglia Chiani e i territori afferenti il Mare Adriatico nei quali prevale il fabbisogno dei bovini.

1.1.4 Uso industriale

La valutazione del fabbisogno idrico teorico a scopi industriali è stata effettuata mediante l'applicazione di metodi parametrici ai dati relativi alla consistenza occupazionale regionale per categoria di attività industriale (classificazione ATECO), così come dedotta dall'8° Censimento dell'Industria e dei Servizi, svolto da ISTAT nell'anno 2001.

In particolare, il fabbisogno teorico totale viene stimato applicando alla consistenza occupazionale per categoria di attività Ateco i fabbisogni idrici unitari relativi alle attività industriali idroesigenti, indicati nell'ambito del Documento di Aggiornamento del Piano di Risanamento delle Acque (Tab. 24).

Tab. 24 - Fabbisogni idrici unitari per categoria di attività industriale

Codice ATECO	Attività industriale	Q prelevata [m3/add/anno]
101	Estrazione ed agglomerazione carbon fossile	3000
111	Estrazione di petrolio greggio e di gas naturale	5000
112	Attività servizi connessi estrazione petrolio e gas tranne prospezione	5000
131	Estrazione di minerali di ferro	8300
141	Estrazione di pietra	1250
142	Estrazione di ghiaia sabbia e argilla	2300
145	Estrazioni di altri minerali e prodotti di cava	2300
151	Produzione, lavorazione e conservazione di carne, esclusi i volatili	820
152	Lavorazione e conservazione di pesce e di prodotti a base di pesce	1500
153	Lavorazione e conservazione di frutta e ortaggi	1090
154	Fabbricazione di oli e grassi vegetali ed animali	2980
155	Industria lattiero-casearia	200
156	Lavorazione delle granaglie e di prodotti amidacei	950
157	Fabbricazione di prodotti per l'alimentazione degli animali	275
158	Fabbricazione di altri prodotti alimentari	680
159	Industria delle bevande	670
160	Industria del tabacco	50
17	Industrie tessili	950
171	Preparazione e filatura di fibre tessili	290
172	tessitura di materiali tessili	310
173	Finissaggio dei tessuti	50
174	Confezionamento di articoli in tessuto, esclusi gli articoli di vestiario	50
175	Altre industrie tessili	440
176	Fabbricazione di maglierie	50
177	Fabbricazione di articoli in maglieria	50
181	Confezioni di vestiario in pelle	50
182	Confezione di altri articoli di vestiario ed accessori	50
263	Fabbricazione di piastrelle e lastre in ceramica per pavimenti e rivestimenti	2300
264	Fabbricazione di mattoni, tegole ed altri prodotti per l'edilizia in terracotta	2300
265	Produzione di cemento, calce e gesso	1250
266	Fabbricazione di prodotti in calcestruzzo, cemento o gesso	1250
267	Taglio, modellatura e finitura in pietra	1250
268	Fabbricazione di altri prodotti in minerali non metalliferi	1250
27	Produzione di metalli e loro leghe	150
271	Produzione di ferro, di acciaio e di ferroleghe (CECA)	6900
272	Fabbricazione di tubi	230
273	Altre attività di prima trasformazione del ferro e dell'acciaio e produzione di ferroleghe non CECA	1350
274	Produzione di metalli di base preziosi e non ferrosi	50
275	Fusione di metalli	100
28	Fabbricazione e lavorazione prodotti in metallo escluse macchine e impianti	150
281	Fabbricazione di elementi da costruzione in metallo	80
282	Fabbricazione di cisterne, serbatoi e contenitori in metallo; fabbricazione di radiatori e caldaie per riscaldamento centrale	230

Codice ATECO	Attività industriale	Q prelevata [m3/add/anno]
283	Fabbricazione generatori vapore, escluse caldaie per riscaldamento centrale ad acqua calda	150
284	Fucinatura, imbutitura, stampaggio e profilatura dei metalli; metallurgia delle polveri	6400
285	Trattamento e rivestimento dei metalli, lavorazione di meccanica generale per conto terzi	150
286	Fabbricazione di articoli di coltelleria, utensili e oggetti diversi in metallo	50
287	Fabbricazione di altri prodotti in metallo	150
29	Fabbricazione macchine ed apparecchi meccanici, installazione, montaggio, riparazione e manutenzione	80
291	Fabbricazione di macchine e apparecchi per la produzione e l'utilizzazione dell'energia meccanica, esclusi i motori per aeromobili, veicoli e motocicli	105
292	Fabbricazione di altre macchine di impiego generale	80
293	Fabbricazione di macchine per l'agricoltura e la silvicoltura	150
353	Costruzione di aeromobili e veicoli spaziali	70
354	Fabbricazione di motocicli e biciclette	70
355	Fabbricazione di altri mezzi di trasporto n.c.a.	70
361	Fabbricazione di mobili	50
362	Gioielleria ed oreficeria	50
363	Fabbricazione di strumenti musicali	50
364	Fabbricazione articoli sportivi	2300
365	Fabbricazione giocattoli	50
366	Altre industrie manifatturiere n.c.a.	50
40	Produzione energia elettrica, gas, vapore e acqua calda	250
401	Produzione e distribuzione energia elettrica	250
402	Produzione di gas: distribuzione combustibili gassosi mediante condotta	250
502	Manutenzione e riparazione autoveicoli	150
183	Preparazione e finitura di pellicce; confezione di articoli in pelliccia	50
191	Preparazione e concia del cuoio	1700
192	Fabbricazione di articoli da viaggio, borse, articoli da correggia e selleria	50
193	Fabbricazione di calzature	50
201	Taglio, piallatura e trattamento del legno	65
202	Fabbricazione di fogli da impiallacciatura; fabbricazione di compensato, pannelli stratificati (ad anima listellata), pannelli di fibre, di particelle ed altri pannelli	80
203	Fabbricazione di elementi di carpenteria in legno e falegnameria per l'edilizia	80
204	Fabbricazione di imballaggi in legno	80
205	Fabbricazione di altri prodotti in legno; fabbricazione di articoli in sughero, paglia e materiali da intreccio.	80
21	Fabbricazione della pasta-carta, della carta e dei prodotti della carta	2800
211	Fabbricazione della pasta-carta	3200
212	Fabbricazione di articoli di carta e cartone	3200
221	Editoria	50
222	Stampa e attività dei servizi connessi alla stampa	50
223	Riproduzione di supporti registrati	50
232	Fabbricazione di prodotti petroliferi raffinati	4000
241	Fabbricazione dei prodotti chimici di base	8100

Codice ATECO	Attività industriale	Q prelevata [m3/add/anno]
242	Fabbricazione di pesticidi e di altri prodotti chimici per l'agricoltura	1800
243	Fabbricazione di pitture, vernici e smalti, inchiostri da stampa e mastici	2850
244	Fabbricazione di prodotti farmaceutici e di prodotti chimici e botanici per usi medicinali	2850
245	Fabbricazione di saponi, detersivi detergenti, di prodotti per la pulizia e la lucidatura, di profumi e prodotti per la toletta	750
246	Fabbricazione di altri prodotti chimici	50
247	Fabbricazione di fibre sintetiche ed artificiali	9950
251	Fabbricazione di articoli in gomma	200
252	Fabbricazione di articoli in materie plastiche	50
26	Fabbricazione di prodotti della lavorazione di minerali non metalliferi	1250
261	Fabbricazione di vetro e di prodotti in vetro	1850
294	Fabbricazione macchine utensili (compresi parti e accessori, installazione, ecc.)	85
295	Fabbricazione di altre macchine per impieghi speciale	80
296	Fabbricazione di armi, sistemi d'arma e munizioni	50
297	Fabbricazione di apparecchi per uso domestico n.c.a.	230
300	Fabbricazione di macchine per ufficio, di elaboratori e sistemi informatici	50
31	Fabbricazione macchine ed apparecchi elettrici	50
311	Fabbricazione di motori, generatori e trasformatori elettrici	50
313	Fabbricazione di fili e cavi elettrici	50
314	Fabbricazione accumulatori, pile e batterie di pile	50
315	Fabbricazione di apparecchi di illuminazione e di lampade elettriche	50
316	Fabbricazione di altri apparecchi elettrici n.c.a.	150
321	Fabbricazione di tubi e valvole elettronici e di altri componenti elettronici	50
322	Fabbricazione di apparecchi trasmettenti per la radio diffusione e la televisione e di apparecchi per la telefonia e telegrafia su filo	50
323	Fabbricazione di apparecchi riceventi per la radio diffusione e la televisione, di apparecchi per la registrazione e la riproduzione del suono o dell'immagine e di prodotti connessi	50
33	Fabbricazione apparecchi medicali, apparecchi di precisione, ottici e orologi	50
331	Fabbricazione di apparecchi medicali e chirurgici e di apparecchi ortopedici	50
332	Fabbricazione di strumenti e apparecchi di misurazione , controllo, prove, navigazioni e simili, escluse le apparecchiature di controllo dei processi industriali	105
333	Fabbricazione di apparecchiature per il controllo dei processi industriali	50
334	Fabbricazione di strumenti ottici e di attrezzature fotografiche	50
341	Fabbricazione di autoveicoli	70
342	Fabbricazione di carrozzerie per autoveicoli; fabbricazione di rimorchi e semirimorchi	70
343	Fabbricazione di parti ed accessori per autoveicoli e per loro motori	70
351	Industria cantieristica: costruzioni navali e riparazioni di navi e imbarcazioni	60
352	Costruzione locomotive, e materiale rotabile ferro-tranviario	70

Fonte: Indagine sullo stato e le caratteristiche delle aree destinate ad insediamenti produttivi dagli strumenti urbanistici generali svolta dall'IRRES (1997).

I dati a scala comunale sono stati rielaborati a scala di bacino idrografico utilizzando la distribuzione degli addetti al settore industriale all'interno dei bacini idrografici, fornita dal Documento di Aggiornamento del Piano Regionale di Risanamento delle Acque (Tab. 26).

Fanno eccezione i bacini Nestore, Trasimeno, Arno e i bacini afferenti il Mare Adriatico, disaggregati rispetto alle elaborazioni condotte nell'ambito del Piano Regionale di Risanamento delle Acque, per i quali è stata assunta una distribuzione degli addetti proporzionale alla superficie di area industriale ricadente in ciascun bacino.

Tab. 25 – Addetti al settore industriale per sottobacino

Sottobacino	Addetti
ALTO TEVERE	20.506
MEDIO TEVERE	7.371
BASSO TEVERE	2.661
CHIASCIO	13.090
TOPINO MARROGGIA	20.230
TRASIMENO	2.518
NESTORE	18.342
PAGLIA CHIANI	4.018
NERA	18.012
ARNO	77
BACINI MARCHIGIANI	274
Totale	107.099

Fonte: ARPA Umbria

Tab. 26 - Distribuzione degli addetti al settore industriale per bacino idrografico (Provincia di Perugia)

COMUNI	ADDETTI %										
	ALTO TEVERE	MEDIO TEVERE	BASSO TEVERE	CHIASCIO	TOPINO MARROGGIA	TRASIMENO	NESTORE	PAGLIA CHIANI	NERA	ARNO	TAMA
Assisi	0,00	0,00	0,00	40,95	59,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bastia Umbra	0,00	0,00	0,00	97,68	2,32%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bettona	0,00	0,00	0,00	61,38	38,62	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bevagna	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Campello sul Clitunno	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cannara	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cascia	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00
Castel Ritaldi	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Castiglione del Lago	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	96,84	0,00	0,00	0,00	3,16%	0,00%
Cerreto di Spoleto	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%
Citerna	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Città della Pieve	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	2,09%	0,00%	94,50%	0,00%	3,41%	0,00%
Città di Castello	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Collazzone	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Corciano	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Costacciaro	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Deruta	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Foligno	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	98,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	2,00%
Fossato di Vico	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Frattra Todina	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Giano dell'Umbria	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Gualdo Cattaneo	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Gualdo Tadino	0,00%	0,00%	0,00%	98,28%	1,72%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Gubbio	10,81%	0,00%	0,00%	89,19%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Lisciano Niccone	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Magione	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	20,99%	79,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

COMUNI	ADDETTI %										
	ALTO TEVERE	MEDIO TEVERE	BASSO TEVERE	CHIASCIO	TOPINO MARROGGIA	TRASIMENO	NESTORE	PAGLIA CHIANI	NERA	ARNO	TAMA
Marsciano	0,00%	12,17%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	87,83%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Massa Martana	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Monte Castello di Vibio	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Monte Santa Maria Tiberina	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Montefalco	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%
Monteleone di Spoleto	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Montone	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Nocera Umbra	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Norcia	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%
Paciano	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	68,86%	0,00%	0,00%	0,00%	31,14%	0,00%
Panicle	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	23,12%	76,88%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Passignano sul Trasimeno	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Perugia	33,73%	0,14%	0,00%	0,91%	0,00%	0,00%	65,23%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Piegara	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Pietralunga	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Poggiodomo	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%
Preci	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%
San Giustino	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Sant'Anatolia di Narco	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%
Scheggia e Pascelupo	0,00%	0,00%	0,00%	28,80%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	71,20%
Scheggino	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%
Sellano	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%
Sigillo	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Spello	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Spoleto	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Todi	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Torgiano	75,22%	6,38%	0,00%	18,41%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

COMUNI	ADDETTI %										
	ALTO TEVERE	MEDIO TEVERE	BASSO TEVERE	CHIASCIO	TOPINO MARROGGIA	TRASIMENO	NESTORE	PAGLIA CHIANI	NERA	ARNO	TAMA
Trevi	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Tuoro sul Trasimeno	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Umbertide	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Valfabbrica	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Vallo di Nera	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%
Valtopina	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

(Fanno eccezione i sottobacini Nestore, Trasimeno, Arno e i bacini marchigiani, disaggregati rispetto alle elaborazioni contenute nel Piano Regionale Risanamento Acque, per i quali è stata utilizzata la percentuale di area urbana di ciascun comune ricadente nel bacino).

Fonte: Documento di Aggiornamento Piano Regionale Risanamento Acque - Regione dell'Umbria, 2000

Tab. 27 - Distribuzione degli addetti al settore industriale per bacino idrografico (Provincia di Terni)

COMUNI	ADDETTI %										
	ALTO TEVERE	MEDIO TEVERE	BASSO TEVERE	CHIASCIO	TOPINO MARROGGIA	TRASIMENO	NESTORE	PAGLIA CHIANI	NERA	ARNO	TAMA
Acquasparta	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Allerona	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Alviano	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Amelia	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Arrone	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%
Attigliano	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Avigliano Umbro	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Baschi	0,00%	28,40%	71,60%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Calvi dell'Umbria	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Castel Giorgio	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Castel Viscardo	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Fabro	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Ferentillo	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%
Ficulle	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Giove	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Guardea	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Lugnano in Teverina	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Montecastrilli	0,00%	37,02%	59,62%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	3,37%	0,00%	0,00%
Montecchio	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Montefranco	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%
Montegabbione	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Monteleone d'Orvieto	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Narni	0,00%	0,00%	0,32%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	99,68%	0,00%	0,00%
Orvieto	0,00%	1,18%	1,26%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	97,56%	0,00%	0,00%	0,00%
Otricoli	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Parrano	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%

COMUNI	ADDETTI %										
	ALTO TEVERE	MEDIO TEVERE	BASSO TEVERE	CHIASCIO	TOPINO MARROGGIA	TRASIMENO	NESTORE	PAGLIA CHIANI	NERA	ARNO	TAMA
Penna in Teverina	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Polino	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%
Porano	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%
San Gemini	0,00%	74,85%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	25,15%	0,00%	0,00%
San Venanzo	0,00%	17,31%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	82,69%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Stroncone	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%
Terni	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%	0,00%	0,00%

(Fanno eccezione i sottobacini Nestore, Trasimeno, Arno e i bacini marchigiani, disaggregati rispetto alle elaborazioni contenute nel Piano Regionale Risanamento Acque, per i quali è stata utilizzata la percentuale di area urbana di ciascun comune ricadente nel bacino).

Fonte: Documento di Aggiornamento Piano Regionale Risanamento Acque - Regione dell'Umbria, 2000.

Tab. 28 - Fabbisogno idrico uso industriale (in metri cubi annui)

	Addetti (numero)	Fabbisogno industriale teorico (m³ annui)
Provincia di Perugia	82.924	30.895.240
Provincia di Terni	24.175	35.493.225
Totale regionale	107.099	66.388.465

Fonte: ARPA Umbria

Il fabbisogno idrico teorico complessivo dell'Industria viene stimato in circa 66 milioni di metri cubi annui.

I risultati delle elaborazioni per bacino idrografico sono riportati in Tab. 29 e Fig. 31.

Tab. 29 - Fabbisogno idrico uso industriale per bacino idrografico

Sottobacino	Fabbisogno idrico uso industriale (m³/anno)
ALTO TEVERE	7.323.364
MEDIO TEVERE	4.105.640
BASSO TEVERE	1.005.350
CHIASCIO	5.621.103
TOPINO MARROGGIA	7.664.129
TRASIMENO	514.215
NESTORE	5.511.415
PAGLIA CHIANI	1.540.086
NERA	33.012.485
ARNO	21.288
BACINI MARCHIGIANI	69.390
Totale	66.388.465

Fonte: Elaborazione ARPA Umbria dati dell'VIII Censimento dell'Industria e dei Servizi (ISTAT, 2001)

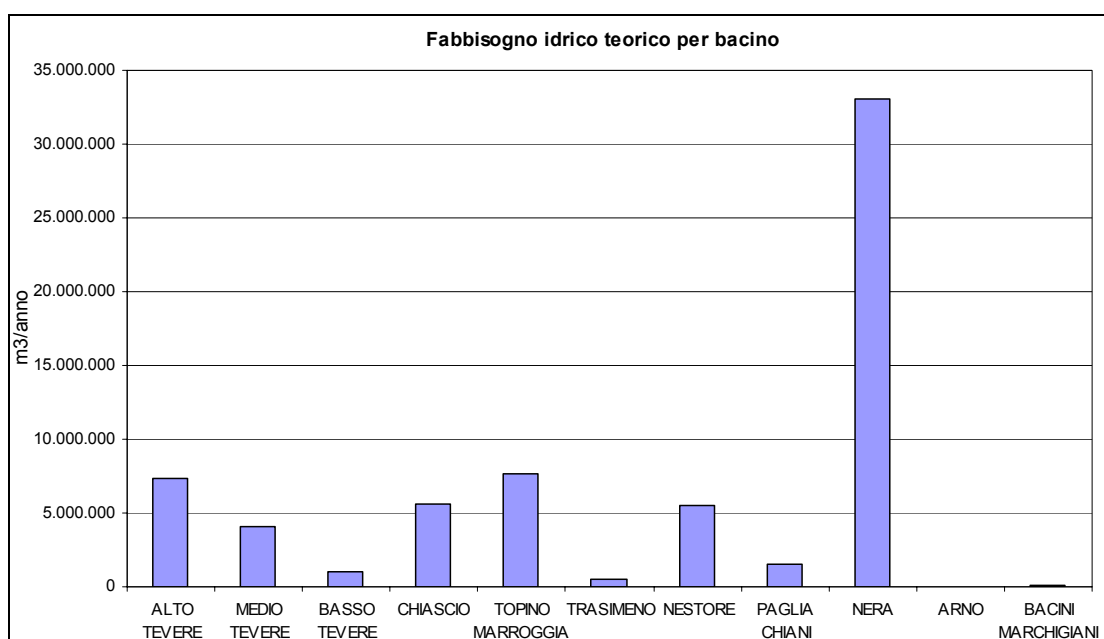
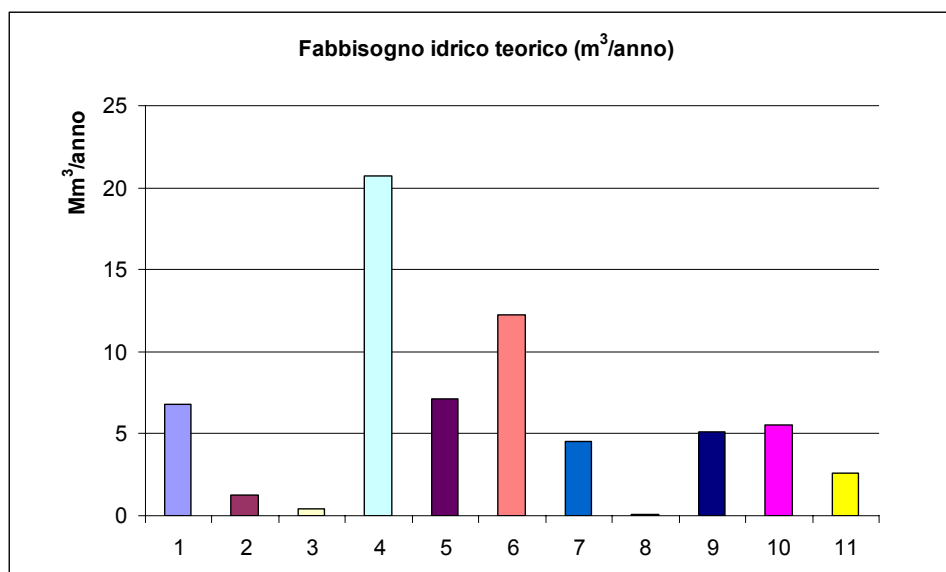


Fig. 31 - Fabbisogno idrico uso industriale per bacino idrografico

Fonte: Elaborazione ARPA Umbria dati dell'VIII Censimento dell'Industria e dei Servizi (ISTAT, 2001)

Il 50% circa del fabbisogno stimato è relativo al bacino del fiume Nera, dove è evidente il peso delle attività presenti nella Conca Ternana.

L'analisi per settore industriale evidenzia che a scala regionale sono maggiormente idroesigenti i settori "Produzione e prima trasformazione dei metalli" e "Minerali non metalliferi", seguiti da "Lavorazione e trasformazione dei metalli" e "Alimentari e tabacco".



1	Alimentari e tabacco	7	Chimica
2	Tessile, abbigliamento calzature pelli e cuoio	8	Gomma e materie plastiche
3	Legno e mobile	9	Fibre chimiche artificiali da cellulosa
4	Produzione e prima trasformazione dei metalli	10	Carta e cartotecnica, poligrafica editoriale
5	Lavorazione e trasformazione dei metalli	11	Altro
6	Minerali non metalliferi		

Fig. 32 - Fabbisogno per settore industriale

Fonte: Elaborazione ARPA Umbria dati dell'VIII Censimento dell'Industria e dei Servizi (ISTAT, 2001)

1.1.5 Fabbisogno idrico teorico per sottobacino

Nella tabella e grafico seguente sono messi a confronto i dati relativi al fabbisogno idrico teorico per sottobacino differenziati per settore.

Tab. 30 – Fabbisogno idrico teorico per sottobacino

Sottobacino	Fabbisogni idrici (Mm3/anno)				TOTALE
	Civile	Industriale	Zootecnico	Irriguo	
Alto Tevere	14,2	7,3	0,3	17,2	39,0
Medio Tevere	5,7	4,1	0,5	8,8	19,2
Basso Tevere	3,2	1,0	0,2	1,1	5,5
Chiascio	8,6	5,6	0,5	4,3	19,0
Topino Marroggia	14,9	7,7	0,6	10,9	34,1
Trasimeno	2,5	0,5	0,2	4,7	7,9
Nestore	15,6	5,5	0,4	6,1	27,6
Paglia	3,9	1,5	0,1	1,4	6,9
Nera	16,6	33,0	0,3	3,9	53,8
ARNO	0,4	0,0	0,1	1,5	2,0
T.A.M.A.	0,3	0,1	0,0	1,1	1,5
Totale	85,9	66,4	3,2	61,0	216,5

Fonte: ARPA Umbria

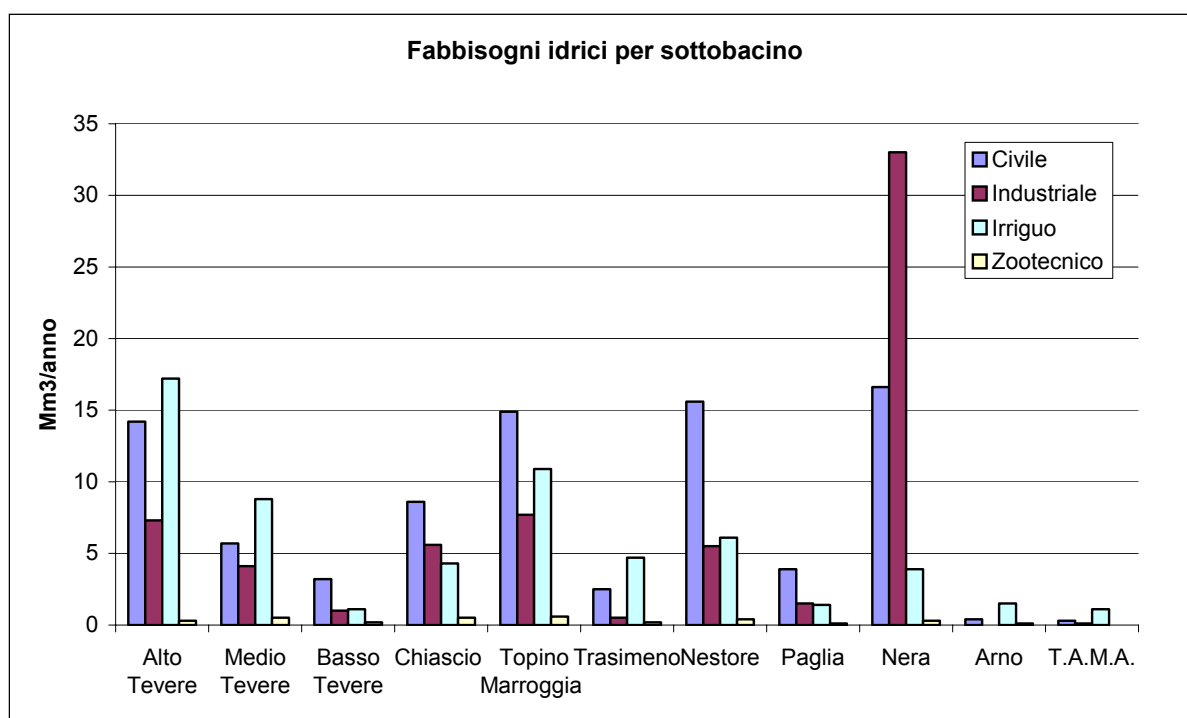


Fig. 33 - Fabbisogno idrico teorico per sottobacino

Fonte: ARPA Umbria

1.2 Prelievi e usi autorizzati

I prelievi idrici da acque pubbliche sotterranee e superficiali vengono autorizzati mediante concessioni pluriennali per piccole e grandi derivazioni. Gli usi previsti sono potabile, irriguo, industriale, forza motrice, piscicoltura, idroelettrico e igienico.

Per l'uso irriguo è prevista un'ulteriore forma di autorizzazione al prelievo, le licenze di attingimento di durata annuale. Queste vengono rilasciate sulla base della superficie di terreno da irrigare e riguardano esclusivamente acque superficiali.

I dati relativi sia alle concessioni che alle licenze di attingimento, aggiornati al 1999, sono stati elaborati a scala di bacino idrografico. E' stata in questo modo calcolata la portata di prelievo autorizzata. I dati relativi a prelievi per uso idroelettrico e forza motrice sono stati trattati complessivamente per le analogie tra i due tipi di uso (rilascio praticamente totale dell'acqua derivata). Analogamente sono stati trattati complessivamente l'uso industriale e igienico, trattandosi di due voci che concorrono al fabbisogno delle attività produttive.

Nell'interpretazione dei dati risultanti bisogna tenere conto che le portate calcolate sono relative al prelievo autorizzato e non al prelievo effettivo. La differenza tra i due dati dipende da vari motivi: il primo è la reale disponibilità della risorsa, non sempre sufficiente ad assicurare i prelievi autorizzati, specialmente nella stagione estiva, il secondo è l'abusivismo, parziale (prelievi superiori all'autorizzato) e totale (prelievi non autorizzati) notoriamente diffuso.

Tab. 31 - Prelievi autorizzati per sottobacino – anno 1999

Bacino Idrografico	Prelievi autorizzati (l/s)		
	Corpi idrici Sotterranei	Corpi idrici Superficiali	Totali
Alto Tevere	562	54.946	55.507
Medio Tevere	854	27.868	28.722
Basso Tevere	166	4.497	4.663
Chiascio	865	12.103	12.968
Topino Marroggia	1.604	30.419	32.023
Nestore	300	2.534	2.834
Trasimeno	35	3.566	3.601
Paglia Chiani	232	1.728	1.960
Nera	2.557	51.801	54.358
Arno	0	0	0
TAMA	36	20	56
Totali	7.211	189.481	196.692

Fonte: ARPA Umbria

Risultano autorizzati prelievi medi per circa 189 m³/s da corpi idrici superficiali e solo per 7 m³/s da corpi idrici sotterranei.

I prelievi autorizzati da corpi idrici superficiali sono prevalentemente per uso idroelettrico seguiti dall'uso irriguo. L'entità dei prelievi autorizzati ad uso idroelettrico è notevole. Questo tipo di uso, tuttavia, comporta la restituzione di gran parte delle acque prelevate; da un punto di vista quantitativo, l'impatto sul corpo idrico è pertanto molto forte ma in genere solo per il tratto immediatamente a valle della sezione di prelievo. Fanno eccezione alcune grandi derivazioni per le quali il punto di restituzione delle acque avviene o sullo stesso corpo idrico dal quale sono state derivate ma molti chilometri più a valle o, addirittura, su un corpo idrico diverso anche se idraulicamente collegato. Ne sono un esempio la derivazione del Canale del Medio Nera e del Canale Recentino.

Anche i prelievi ad uso ittigenico comportano un impatto sull'aspetto quantitativo limitato al tratto immediatamente a valle della derivazione, è invece più importante l'impatto sull'aspetto qualitativo.

Per quanto riguarda l'uso potabile, va rilevato che i dati utilizzati, aggiornati all'anno 1999, comprendono i prelievi dal Lago Trasimeno le cui acque sono state per molto tempo utilizzate per l'approvvigionamento del centro abitato di Castiglione del Lago. Tuttavia, con la realizzazione del nuovo acquedotto, che consente l'adduzione di acque potabili attraverso l'interconnessione con il sistema acquedottistico perugino, tale utilizzo è stato sospeso a partire dall'anno 2005.

Per le acque sotterranee, i prelievi sono legati all'uso potabile (concessioni a carico degli Enti gestori dei servizi acquedottistici) e industriale, usi che richiedono risorsa idrica di migliore qualità.

Il prelievo autorizzato a livello regionale da corpi idrici sotterranei risulta essere piuttosto modesto se confrontato con il prelievo da corpi idrici superficiali, specialmente per quanto concerne l'uso irriguo. Tuttavia, va considerato che, per piccole dotazioni, forniscono acqua irrigua pozzi ad uso domestico, autorizzati a livello comunale e non compresi nella stima. Nel territorio regionale risultano circa 60.000 pozzi ad uso domestico. L'analisi dei dati delle autorizzazioni di questi pozzi ha permesso di stimare un prelievo medio per pozzo compreso tra 300 e 500 m³/anno che porterebbe ad aggiungere al prelievo da acque sotterranee stimato con i dati di concessioni e licenze un'aliquota compresa tra 19 e 31 milioni di m³/anno.

A scala di sottobacino, si osserva che nell'Alto Tevere e nel Nera sono stati autorizzati i maggiori prelievi da corpi idrici superficiali. Nel primo caso sono legati prevalentemente a grandi derivazioni ad uso idroelettrico, segue l'uso irriguo. Nel caso del bacino del Nera i prelievi autorizzati sono destinati essenzialmente a tre tipi di uso: idroelettrico, irriguo e ittigenico.

Importanti derivazioni ad uso idroelettrico sono presenti anche nei sottobacini Topino-Marroggia e Medio Tevere.

Per quanto riguarda i prelievi da corpi idrici sotterranei, si osserva come i maggiori prelievi siano autorizzati nel sottobacino del fiume Nera, dove sono legati principalmente all'uso potabile e secondariamente a quello industriale.

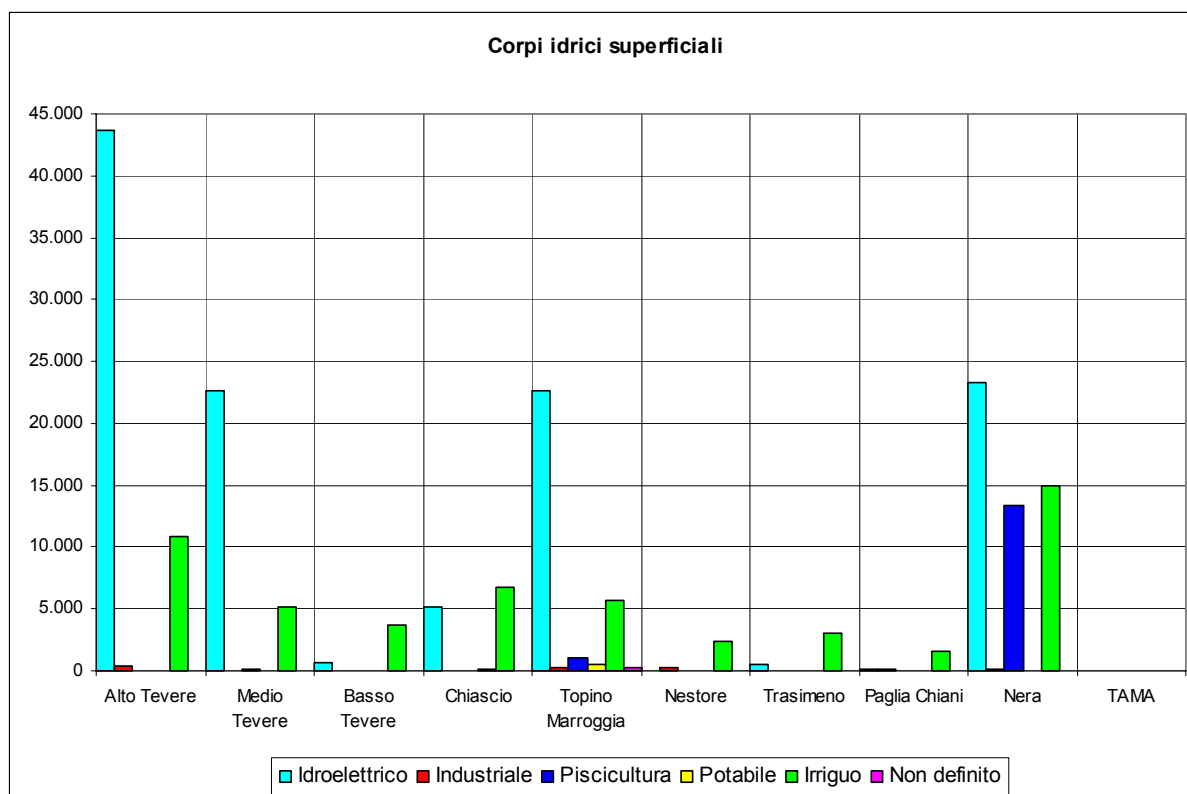


Fig. 34 - Prelievi autorizzati da corpi idrici superficiali per sottobacino e tipo di uso

Fonte: ARPA Umbria

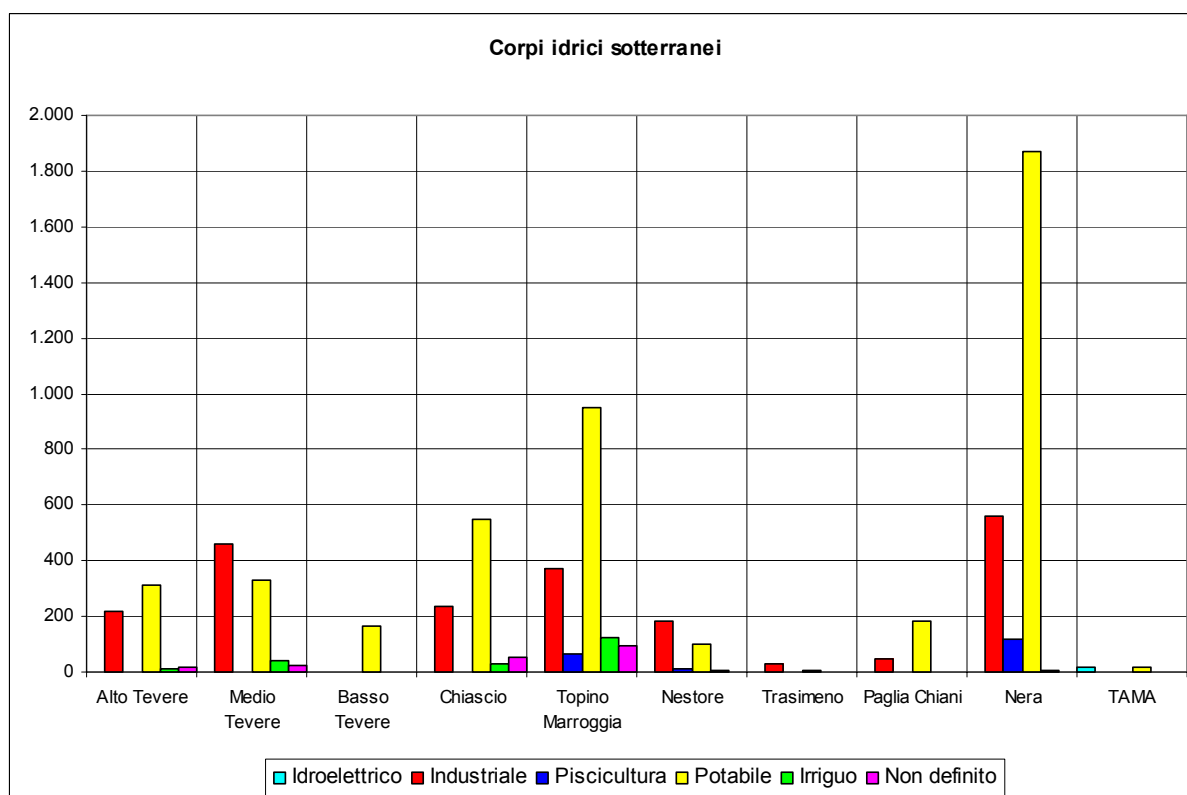


Fig. 35 - Prelievi autorizzati da corpi idrici sotterranei per sottobacino e tipo di uso

Fonte: ARPA Umbria

1.3 Il Sistema Acquedottistico

1.3.1 Premessa (L'approvvigionamento idropotabile in Umbria)

La dislocazione delle risorse idriche nel territorio regionale risulta essere molto disomogenea, con l'esistenza di vaste zone di territorio quasi prive di risorse idriche di buona qualità e quantità da destinare all'uso idropotabile, come ad esempio l'area del Perugino-Trasimeno o la Media Valle del Tevere da Deruta fino a Todi, e da zone molto ricche di acqua come l'area appenninica che si estende da Monte Cucco fino alla Valnerina. La domanda idropotabile, al contrario, presenta una distribuzione inversa: una forte concentrazione di popolazione, di turismo e di attività produttive nell'area centrale della regione a fronte di una bassa richiesta locale nelle zone appenniniche meno densamente popolate.

Come meglio descritto nella sezione I della parte II del Piano, da un punto di vista idrogeologico il territorio è caratterizzato dalla presenza di massicci carbonatici, ubicati prevalentemente nella zona sud-orientale della regione, da vulcaniti nella zona dell'orvietano e da acquiferi alluvionali di fondovalle dislocati per la maggior parte lungo il Tevere, il Nera, il Chiascio, il Topino ed il Maroggia. Quest'ultimo tipo di acquifero, pur presentando il vantaggio di essere prossimo ai punti di domanda consentendo un approvvigionamento dei centri abitati con bassi costi di realizzazione delle infrastrutture, si è spesso tradotto in uno svantaggio dal punto di vista della tutela della risorsa. Infatti, oltre alle caratteristiche intrinseche di vulnerabilità, in genere gli acquiferi alluvionali sono sottoposti ad un'elevata pressione antropica, sia quantitativa che qualitativa, legata al sovrasfruttamento della risorsa e all'utilizzo intensivo delle aree di pianura dal punto di vista agricolo e urbanistico.

La normativa comunitaria e nazionale, in particolare il D.Lgs. 152/99 e la Legge 36/94 (Legge Galli), hanno fornito alle Regioni gli strumenti per riorganizzare e riformare il settore dei Servizi Idrici, con l'obiettivo non secondario di prevenire e ridurre l'inquinamento delle acque e attuare il risanamento dei corpi idrici inquinati, per perseguire usi sostenibili e durevoli delle risorse idriche con priorità per quelle potabili.

1.3.2 La riforma dei servizi idrici in Umbria – Legge 5 gennaio 1994, n. 36 e LR 43/97

La legge 5 gennaio 1994, n. 36, "Disposizioni in materia di risorse idriche" ha aperto la strada al riordino dei servizi idrici e all'industrializzazione del sistema, stabilendo una netta separazione di ruoli tra l'attività di indirizzo e controllo (Autorità d'Ambito) e quella più propriamente gestionale (Gestore del Servizio Idrico Integrato). Per Servizio Idrico Integrato si intende l'insieme dei servizi di captazione, adduzione e distribuzione dell'acqua ad usi civili, di fognatura e depurazione delle acque reflue.

Più specificatamente la Legge prevede la riorganizzazione dei servizi idrici mediante la costituzione di Ambiti Territoriali Ottimali (ATO) con l'intento di superare la frammentazione gestionale esistente.

Uno dei principali obiettivi della Legge 36/94 è quello di riorganizzare e razionalizzare il Servizio Idrico superando la frammentazione gestionale che vede presenti circa 14.000 gestioni a livello nazionale, di cui 35 solo in Umbria. L'altro punto fondamentale della legge, oltre al raggiungimento di una gestione unitaria del Servizio Idrico Integrato all'interno di ciascun ambito, è la totale copertura dei costi di gestione e di investimento mediante l'applicazione della tariffa.

La Regione dell'Umbria, in attuazione della Legge 36/94, ha individuato all'interno del territorio regionale tre Ambiti Territoriali Ottimali tramite la L.R. 43/97 e definito la costituzione delle relative Autorità d'Ambito. Queste ultime sono dei consorzi di funzioni tra Comuni e Provincia, con il mandato di organizzare il Servizio Idrico Integrato (S.I.I.) attraverso un complesso processo di accorpamento delle frammentate gestioni esistenti, trasformandole in attività imprenditoriali e provvedendo al controllo e regolazione del servizio erogato agli utenti.

Ciascuna Autorità d'Ambito deve pertanto garantire:

- la gestione unitaria all'interno dell'ambito secondo criteri di efficienza, efficacia ed economicità,
- livelli e standard di qualità e di consumo, omogenei ed adeguati, nella organizzazione ed erogazione dei servizi idrici,
- la protezione nonché la utilizzazione ottimale e compatibile delle risorse idriche destinate ad uso idropotabile,
- la salvaguardia e la riqualificazione degli acquiferi secondo gli standard e gli obiettivi stabiliti dalla programmazione regionale e di bacino,
- la definizione e l'attuazione di un programma di investimenti per l'estensione del S.I.I., la razionalizzazione e la qualificazione dei servizi, privilegiando le azioni finalizzate al risparmio idrico ed al riutilizzo delle acque reflue,
- l'unitarietà del regime tariffario nell'ambito territoriale ottimale, definito in funzione della qualità delle risorse e del servizio fornito, con attenzione alla tutela dei cittadini meno abbienti.

Pertanto, ai sensi e per gli effetti di cui all'articolo 9 della Legge 5 gennaio 1994, n. 36, ed all'articolo 4 della Legge Regionale 5 dicembre 1997, n. 43, i consorzi delle tre ATO risultano così formati:

ATO n. 1: La Provincia di Perugia ed i Comuni di Assisi, Bastia Umbra, Bettona, Città di Castello, Cannara, Castiglione del Lago, Citerna, Città della Pieve, Collazzone, Corciano, Costacciaro, Deruta, Fossato di Vico, Fratta Todina, Gualdo Tadino, Gubbio, Lisciano Niccone, Monte Castello di Vibio, Magione, Marciano, Massa Martana, Monte S. Maria Tiberina, Montone, Paciano, Panicale, Passignano sul Trasimeno, Perugia, Piegara, Pietralunga, San Giustino, San Venanzo, Scheggia Pascelupo, Sigillo, Todi, Torgiano, Tuoro sul Trasimeno, Umbertide e Valfabbrica.

ATO n. 2: La Provincia di Terni ed i Comuni di Acquasparta, Alleroni, Alviano, Amelia, Arrone, Attigliano, Avigliano Umbro, Baschi, Calvi dell'Umbria, Castel Giorgio, Castel Viscardo, Fabro, Ferentillo, Ficulles, Giove, Guardia, Lugnano in Teverina, Montecastrilli, Montecchio, Montefranco, Montegabbione, Monteleone d'Orvieto, Narni, Orvieto, Otricoli, Parrano, Penna in Teverina, Polino, Porano, San Gemini, Stroncone, Terni.

ATO n. 3: La Provincia di Perugia ed i Comuni di Bevagna, Campello sul Clitunno, Cascia, Castel Ritaldi, Cerreto di Spoleto, Foligno, Giano dell'Umbria, Gualdo Cattaneo, Montefalco, Monteleone di Spoleto, Nocera Umbra, Norcia, Poggiodomo, Preci, S. Anatolia di Narco, Scheggino, Sellano, Spello, Spoleto, Trevi, Vallo di Nera, Valtopina.

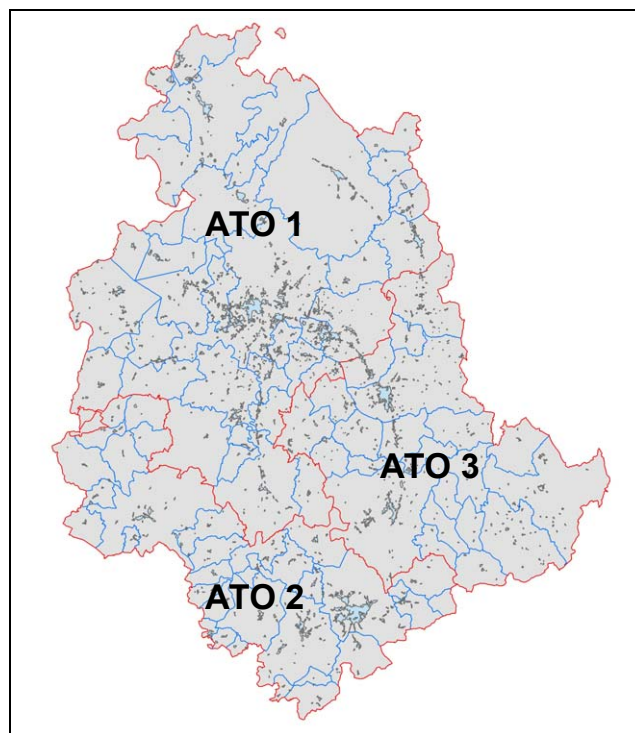


Fig. 36 - Suddivisione del territorio regionale in Ambiti Territoriali Ottimali

Fonte: ARPA Umbria

Il Piano d'Ambito è lo strumento fondamentale di programmazione attraverso il quale l'Autorità d'Ambito attua, indirizza e controlla il Servizio Idrico Integrato dell'Ambito Territoriale Ottimale.

Questo strumento di programmazione scaturisce dalle risultanze di una serie di studi come:

- il Piano Regolatore Regionale degli Acquedotti (P.R.R.A.),
- la ricognizione delle opere e delle gestioni,
- l'analisi della disponibilità della risorsa e della domanda dei servizi idrici,
- la definizione dei livelli dei servizi.

E pertanto comprende:

- il piano degli interventi, sviluppando in dettaglio le linee programmatiche del P.R.R.A. sulla base delle priorità e delle risorse finanziarie disponibili,
- il piano della gestione,
- il piano economico-tariffario.

Le Autorità d'Ambito dell'Umbria hanno già redatto i relativi Piani contenenti gli indirizzi dell'organizzazione del Servizio Idrico Integrato e della sua gestione per i prossimi trenta anni. I Piani d'Ambito sono soggetti a periodica revisione ogni 3 anni per adeguare la pianificazione del settore in funzione dell'evoluzione del tessuto socio-economico e del quadro normativo vigente.

A partire da gennaio 2003 la gestione del Servizio Idrico Integrato all'interno di ogni ATO è stata affidata a società per azioni a maggioranza pubblica, che rappresentano ad oggi il gestore unico del Servizio Idrico Integrato all'interno di ciascun ambito. Il soggetto gestore deve organizzare il servizio e realizzare il Piano in modo tale da garantire la razionale utilizzazione delle risorse idriche, dei corpi recettori, l'ottimizzazione dell'impiego delle risorse interne, in modo da assicurare la qualità del servizio, in relazione alla domanda delle popolazioni servite ed alle esigenze di tutela ambientale.

1.3.3 I punti di captazione idropotabile in Umbria e l'attuale prelievo all'anno 2001

La redazione dei Piani d'Ambito è fondata sulla ricognizione delle opere e delle gestioni esistenti nell'ambito di competenza connesse al servizio di acquedotto, fognatura e depurazione. La ricognizione è stata effettuata negli anni 2000 e 2001 da ciascuna Autorità d'Ambito ed ha rilevato le caratteristiche e lo stato di conservazione di tutte le infrastrutture del servizio idrico, dai punti di captazione dell'acquedotto ai serbatoi di compenso, dalle reti di distribuzione di acqua potabile alle caratteristiche delle acque, dal numero di utenze alle reti fognarie, dagli impianti di potabilizzazione delle acque ai depuratori.

Dai dati della ricognizione effettuata nel 2001 dalle Autorità d'Ambito presenti in Umbria, emerge un quadro dell'approvvigionamento idropotabile ancora molto frammentato, con l'esistenza di ben 764 punti di approvvigionamento per una portata complessiva di oltre 4 m³/s. Il Piano di Utilizzazione Ottimale Delle Risorse Idriche (Piano Lotti) aveva già rilevato nel 1989 la presenza di un gran numero di sorgenti e di pozzi che attingono a falde superficiali di scarsissima produttività disseminate nel territorio regionale, ed aveva pertanto indicato la via per il superamento di questa situazione che ha spesso generato problemi di approvvigionamento, gestione, salvaguardia e controllo sanitario.

La conformazione del territorio e la distribuzione della popolazione in zone rurali ha favorito in passato lo sviluppo di numerosi piccoli acquedotti a servizio di centri abitati di modestissime dimensioni, con la conseguente polverizzazione del sistema di approvvigionamento molto spesso costituito dalla captazione di piccole sorgenti locali o dalla realizzazione di pozzi di scarsa produttività.

La carenza di piogge che negli scorsi anni ha prodotto uno stato di emergenza ha inevitabilmente mandato in crisi l'approvvigionamento idrico di questi piccoli sistemi. I dati della ricognizione effettuata dalle tre Autorità d'Ambito risultano spesso lacunosi e contraddittori, ma riescono a fornire, almeno a grande scala, un quadro di massima non troppo lontano dalla realtà. In particolare, per quanto riguarda i valori delle portate captate e dei volumi immessi in rete, si è rilevato che almeno un 80-90% dei punti di approvvigionamento sono sprovvisti di sistemi di misura e pertanto in moltissimi casi la stima del volume captato da piccoli acquedotti frazionali, e non solo, è risultata estremamente grossolana o addirittura inverosimile. La ricognizione effettuata dalla tre Autorità d'Ambito ha dovuto raccogliere, in tempi ridottissimi, una mole enorme di informazioni su tutte le infrastrutture esistenti e le diverse gestioni in atto in merito ai servizi di acquedotto, fognatura e depurazione, producendo inevitabilmente imprecisioni e lacune che andranno colmate nel corso del tempo dal gestore unico del servizio. I dati sintetici relativamente al numero e tipologia delle fonti di approvvigionamento, nonché delle quantità prelevate, sono raggruppati per ATO e riportati in Tab. 32 e Tab. 33.

Tab. 32 - Numero e tipologia dei punti di approvvigionamento per uso idropotabile presenti nel territorio di ciascun ATO

	sorgente (n.punti)	pozzo/c.pozzi (n.punti)	lago/invaso (n.punti)	corso d'acqua (n.punti)	Totale (n.punti)
ATO n.1	190	157	3	5	355
ATO n.2	56	73	1	0	130
ATO n.3	249	28	0	2	279
Regione	495	258	4	7	764

Fonte: Ricognizioni A.A.T.O., Piani d'Ambito

Tab. 33 - Portata media prelevata per uso idropotabile* nel territorio di ciascun ATO (2000).

	sorgente (l/s)	pozzo/c.pozzi (l/s)	lago/invaso (l/s)	corso d'acqua (l/s)	Totale (l/s)
ATO n.1	347	1390	51	1	1789
ATO n.2	418	597	0	0	1014
ATO n.3	1136	199	0	6	1341
Regione	1901	2186	51	7	4145

(*) I dati sono riferiti al prelievo medio nel corso dell'anno, non sono disponibili dati di portata di punta.

Fonte: Ricognizioni A.A.T.O., Piani d'Ambito

L'**ATO n.1** ha censito nel suo territorio circa 355 punti di approvvigionamento, di cui 190 sono costituiti da sorgenti, per una portata media di circa 347 l/s e pari al 20% del totale, e 157 da falde per una portata di 1390 l/s. Il prelievo complessivo nel territorio dell'ATO è pari a circa 1800 l/s a cui si devono aggiungere, per il soddisfacimento della domanda idropotabile, circa 370 l/s che vengono prelevati dalle sorgenti di Nocera Umbra tramite l'acquedotto di Bagnara-S.Giovenale.

Nell'ATO n. 1 è presente l'unico punto di approvvigionamento da acque superficiali di una certa rilevanza. Il Comune di Castiglione del Lago nel 2001 ha prelevato per uso idropotabile dal Trasimeno mediamente 51 l/s. L'approvvigionamento del comprensorio è stato recentemente modificato con l'attivazione dell'acquedotto del Trasimeno (2004) che, essendo collegato al più ampio sistema del Perugino, ha consentito la sospensione degli storici prelievi dal lago Trasimeno.

Nel territorio dell'**ATO n. 2** sono state censite 56 sorgenti e 73 campi pozzi; l'acqua prelevata da sorgenti è di circa 418 l/s, pari al 41% del totale, mentre una maggior quantità, il 59%, pari a circa 600 l/s è emunta dalle falde. Nel bilancio complessivo dei prelievi ad uso idropotabile, a questo prelievo che avviene interamente nel territorio dell'ATO n. 2, si devono aggiungere circa 170 l/s che il Comune di Terni preleva presso la sorgente Pacce nel Comune di Morro Reatino. Rispetto ai dati presenti nella ricognizione si deve considerare le successive realizzazioni e previsioni della Regione e dell'ATO costituiti dalla recente attivazione del campo pozzi La Pasquarella nel Comune di Baschi a servizio dell'acquedotto della Media Valle del Tevere (ATO n.1), per una portata massima di 300 l/s, e la futura attivazione del campo pozzi di Scheggino, nell'omonimo comune nel territorio dell'ATO n.3, per una portata massima di 400 l/s a servizio dell'area del ternano.

Nell'**ATO n. 3** sono stati censiti 279 punti di prelievo di cui di 249 sorgenti e 28 pozzi/campi pozzi. Le informazioni relative alle quantità prelevate risultano non disponibili per 82 punti di prelievo, di cui 48 sono concentrati nei comuni di Preci, Cascia e Scheggino.

La portata media prelevata nel territorio dell'ATO n. 3 è pari a 1341 l/s, di cui 1136 l/s, circa l'85% del totale, provengono dalla captazione di sorgenti, mentre i restanti 199 l/s vengono emunti da falde. Si deve ricordare che circa 370 l/s del prelievo complessivo nel territorio dell'ATO n. 3 viene trasferito fuori ambito per soddisfare la domanda idropotabile nell'ATO n. 1.

La distribuzione dei punti di prelievo ad uso idropotabile in base al bacino idrografico di appartenenza è riportato nella Tab. 34.

Tab. 34 - Portata media prelevata per uso idropotabile suddivisa per unità di gestione (comprensivo dei prelievi effettuati fuori Regione).

Sottobacino	Unita' di gestione	Numero punti	Portata media (l/s)	Volume medio (m ³ /anno)
Alto Tevere	Tevere da M.te Fumaiolo a S. Lucia	48	140,0	4.479.017
Alto Tevere	Tevere da S. Lucia a Chiascio	68	166,9	5.270.295
Medio Tevere	Tevere da Chiascio a Nestore	18	37,2	1.169.473
Medio Tevere	Tevere da Nestore a Paglia	60	176,6	5.624.102
Basso Tevere	Tevere da Paglia a Nera	20	48,7	1.536.592
Basso Tevere	Tevere da Nera ad Aniene	4	11,0	347.882
Chiascio	Chiascio	50	644,7	20.325.093
Topino Marroggia	Topino Marroggia	138	1222,1	38.116.953
Nestore	Nestore	56	78,5	2.398.775
Trasimeno	Trasimeno	23	66,4	2.114.423
Paglia Chiani	Paglia	16	135,0	4.257.382
Paglia Chiani	Chiani	36	41,3	1.303.316
Nera	Nera fino al Velino	156	504,1	15.780.194
Nera	Velino	3	170,0	5.361.208
Nera	Nera da Velino a confluenza Tevere	25	384,1	12.113.262
TAMA	Esino	15	20,5	644.425
TAMA	Metauro	14	5,6	177.812
TAMA	Potenza	3	1,7	53.771
Arno	Arno	7	2,5	80.300
Totale		760	3857,1	121.154.274

Fonte: Ricognizioni A.A.T.O., Piani d'Ambito

1.3.4 Consumi idropotabili e distribuzione dei consumi

L'analisi degli attuali consumi di acqua per uso idropotabile è stata effettuata in sede di redazione della proposta di Piano Regolatore Regionale Acquedotti (P.R.R.A.) su un campione di 23 comuni con popolazione servita di 575.000 abitanti, ovvero circa il 70% del totale della popolazione umbra.

Per uniformare i criteri di analisi dei dati e valutare gli attuali consumi giornalieri specifici, medi nell'anno, si è proceduto utilizzando alcuni dati del censimento ISTAT del 2001. In particolare, per ogni comune, si è partiti dal numero delle abitazioni occupate non servite da acquedotto ma solo da pozzo o cisterna. Moltiplicando tale valore per la composizione media della famiglia si ottiene il numero degli abitanti non serviti da acquedotto e, sottraendo quest'ultimo valore dalla popolazione residente nell'anno 2001 si riesce a stimare orientativamente il valore della popolazione servita da acquedotto. Una volta noto questo valore risulta immediato il calcolo del consumo medio giornaliero riferito ad abitante servito in base ai differenti usi.

Tab. 35 - Consumi netti giornalieri medi nell'anno (anno 2000).

Comune	Popolazione		Consumi giornalieri netti medi nell'anno (l/g.ab.servito)				
	residente	res. serviti	domestico	Extra domestico	comunale	altri usi	totale
Assisi	24.443	20.563	158	59	18	1	235
Bastia	18.179	14.995	145	25	6	0	176
Castiglione del Lago	14.186	12.596	159	25	5	15	204
Città di Castello	37.842	32.057	136	23	19	1	179
Corciano	15.179	14.629	167	42	4	0	214
Deruta	8.085	6.260	107	17	5	0	130
Fratta Todina	1.702	1.196	95	9	15	7	126
Gualdo Tadino	15.049	14.846	148	9	33	7	197
Gubbio	30.453	28.282	149	1	0	0	150
M.te Castello di Vibio	1.616	1.212	82	6	6	0	94
Montone	1.555	1.369	103	6	29	1	140
Passignano	5.048	4.778	113	47	5	1	166
Perugia	148.575	143.051	169	35	6	18	228
Torgiano	5.415	4.507	147	29	11	0	188
Umbertide	15.254	13.255	121	22	4	0	147
Amelia	11.073	10.868	144	39	0	3	186
Orvieto	20.692	19.701	173	33	17	4	225
Terni	103.964	103.443	158	51	48	0	257
Bevagna	4.794	4.614	166	29	9	4	207
Foligno	49.122	48.030	176	27	7	14	224
Giano	3.373	3.269	142	21	0	2	165
Montefalco	5.628	5.582	149	18	0	9	177
Spoletto	35.286	33.918	206	45	0	5	255
Totale	576.253	543.021	161	34	16	7	218

Fonte: Piano Regolatore Regionale degli Acquedotti (P.R.R.A.), Regione Umbria, 2002

La Tab. 35 evidenzia innanzitutto che i Comuni di Gubbio, Giano, Montefalco e Spoleto non dispongono di contatori sulle utenze comunali o pubbliche, mentre nei restanti comuni i contatori sono presenti solo in parte e questo spiega le grandi differenze riscontrate tra i vari comuni per quanto riguarda i valori del consumo pubblico.

Se si eccettuano alcune situazioni particolari, come Spoleto, dove i consumi domestici oltrepassano già oggi i 200 l/g.ab., e quelle di altri comuni caratterizzati viceversa da consumi domestici decisamente bassi (Monte Castello Vibio e Fratta Todina, ma anche Deruta e Passignano) probabilmente dovuti ad un insufficiente approvvigionamento, la maggior parte dei consumi propriamente domestici oscilla tra 140 e 180 l/g per abitante residente servito medi nell'anno. Complessivamente il consumo netto riferito ad abitante servito è pari a 218 l/g.ab.serv., valore leggermente sottostimato a causa della mancata o parziale contabilizzazione delle utenze pubbliche e comunali.

Il Comitato di Vigilanza sulle Risorse Idriche nella relazione annuale al Parlamento sullo stato dei servizi idrici, indica che nel 2003 in Italia gli acquedotti servono il 96% della popolazione nazionale, e la dotazione di acqua erogata pro capite è di 267 litri/giorno secondo l'ISTAT e di 297 litri/giorno secondo le ricognizioni effettuate in 52 Ambiti Territoriali Ottimali che coprono il 60% della popolazione nazionale. Le acque sono mediamente di buona qualità, provenienti per l'85% da pozzi e sorgenti e solo per il 15% ricavate da corsi d'acqua superficiali e da invasi.

Dal confronto con i dati riportati in Tab. 35 è evidente che le dotazioni di acqua erogata a scala nazionale risultano essere superiori a quelle riscontrate nella nostra regione di circa 50 litri/giorno rispetto al dato ISTAT e di circa 80 litri/giorno rispetto al dato delle ricognizioni. Si deve però tenere

conto che molto spesso, per semplicità di reperimento delle informazioni, i dati ISTAT o delle ricognizioni si riferiscono al “volume fatturato” e non a quello “erogato”, con la piccola differenza che il primo include i volumi “minimi garantiti” e non realmente erogati, come può essere il caso delle seconde case o delle utenze con bassissimi consumi.

D’altro canto non è chiaro se il dato del Comitato di Vigilanza è riferito al residente o all’abitante servito da acquedotto come indicato in Tab. 35. Nel primo caso il divario fra il dato rilevato da ARPA e quello a scala nazionale indicato dal Comitato di Vigilanza tenderebbe ad aumentare.

Lo stesso rapporto del Comitato di Vigilanza sulle Risorse Idriche indica che la non contabilizzazione di tutto il volume erogato da acquedotto sia un fenomeno molto diffuso nel nostro paese.

Per quanto riguarda la popolazione servita da acquedotto nella Regione Umbria si è fatto riferimento ai dati del censimento Istat 2001. La percentuale a scala regionale della popolazione servita da acquedotto è pari a circa il 93% di quella totale, al 90% per l’ATO 1 e al 97-98% per ATO2 e ATO3, praticamente in linea con la media nazionale.

Sempre in riferimento al campione di popolazione analizzato, i volumi erogati da acquedotto nell’anno 2000, ripartiti in funzione del tipo di utenza, indicano che il 73% del totale viene utilizzato per uso domestico, mentre il consumo per utenze extradomestiche e altri usi (zootecnico, industriale, extradomestico, cantiere, etc.) ammonta circa al 20%, mentre il consumo per utenze pubbliche e comunali, valore come già detto sottostimato, è pari al 7%.

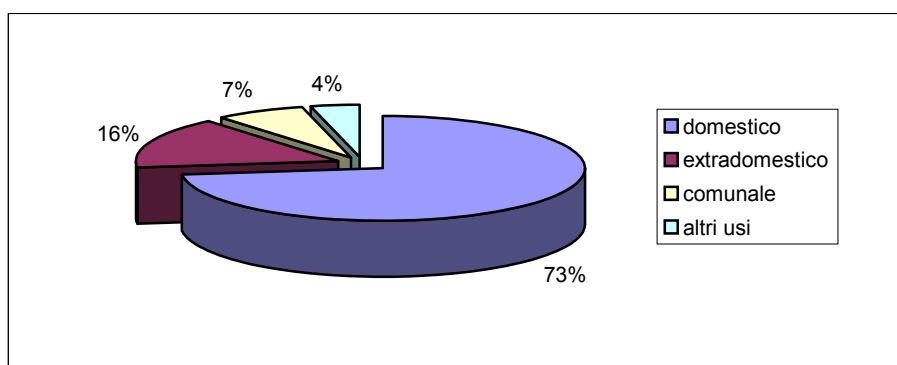


Fig. 37 - Ripartizione dei volumi erogati da acquedotto in base alla tipologia di utenza

Fonte: Piano Regolatore Regionale degli Acquedotti (P.R.R.A.), Regione Umbria, 2002

Altri dati relativi alla distribuzione dei consumi dell’acqua in base alla tipologia di utenza sono forniti dall’ISTAT e riferiti al 1999. Per la Regione Umbria il volume fatturato ammonta a circa 67,9 Mm³, di cui il 76% è relativo alle utenze civili per uso domestico, il 13% alle utenze civili per uso non domestico, il 10% è fatturato da utenze industriali o altre attività economiche, ed il restante 1% è relativo ad utenze per uso agricolo e zootecnico o ad altri usi.

Tab. 36 - Acqua fatturata per tipologia di utenza (Mm³)

		Utenze civili			Utenze produttive		Altri usi	Totale acqua fatturata
		Usi domestici	Usi non domestici	altri usi civili	industrie ed altre attività economiche	agricolo e zootecnico		
Umbria	(Mm ³)	51,2	8,1	0,8	6,5	0,9	0,3	67,8
	(%)	76%	12%	1%	10%	1%	0%	
Italia	(Mm ³)	4212,3	578,5	90,8	503,2	85,7	182,1	5652,6
	(%)	75%	10%	2%	9%	2%	3%	

Fonte: ISTAT, 1999

I dati, anche se raggruppati in modo diverso e riferiti al volume “fatturato” e non “erogato”, sono in linea con quelli presentati nella Fig. 37, e congruenti con quelli rilevati a scala nazionale. Un confronto diretto è possibile solo per la percentuale di volume prelevato da acquedotto per uso domestico, non essendo esplicitamente menzionato il volume fatturato per utenze pubbliche o comunali.

1.3.5 Fluttuazione della domanda

I dati precedentemente descritti rappresentano i consumi netti medi giornalieri. Nella realtà la domanda idropotabile è soggetta a fluttuazione sia giornaliera che stagionale, che in genere raggiunge il suo massimo durante i mesi estivi. Proprio in questo periodo dell'anno, infatti, si assiste contemporaneamente ad un incremento del consumo strettamente domestico legato alle esigenze indotte dalla stagione calda piuttosto che quella fredda, a cui si va a sommare il consumo legato alla presenza turistica, concentrata in genere nei mesi estivi.

La letteratura tecnica indica che i consumi giornalieri nel giorno di punta sono in genere maggiori del 20% - 40% dei consumi medi nel corso dell'anno e variabili in funzione delle dimensioni e della tipologia del centro abitato. Sempre in riferimento alla redazione della proposta di P.R.R.A., un'indicazione sui reali coefficienti di punta si può avere dai volumi mensili immessi in rete dal Consorzio Acquedotti Perugia. Dall'analisi dei dati emerge che durante i mesi estivi la domanda aumenta di circa il 20% per Assisi e Bastia, il 15% per Perugia nel mese di settembre e di circa il 41% per il comune di Passignano nel mese di Agosto. Per quanto riguarda la città di Terni, il Gestore rileva un incremento dei consumi del 20% rispetto alla media annua nel mese di giugno e luglio. Allo stato attuale non sono disponibili dati di maggior dettaglio relativamente agli effettivi coefficienti di punta giornalieri.

1.3.6 Dotazioni lorde e perdite in rete

I dati relativi ai consumi procapite indicati in precedenza vengono anche comunemente chiamati "dotazioni nette", e rappresentano il consumo unitario desunto dalla lettura dei contatori alle utenze. Questo valore, in realtà, non rappresenta il consumo effettivo di risorsa idrica inteso come "prelievo": per ottenere la reale pressione sul territorio si deve aggiungere un'aliquota dovuta alle perdite di rete. In sostanza, per avere la stima della pressione unitaria esercitata sul territorio, è necessario riferirsi alle dotazioni lorde, intese come rapporto fra il volume immesso in rete e gli utenti serviti dall'acquedotto. In questo caso è però necessario fare alcune precisazioni, prima fra tutte l'attendibilità dei dati relativi al volume immesso in rete. Difatti, come già accennato in precedenza, la maggior parte dei punti di approvvigionamento rilevati dalla ricognizione ATO non sono dotati di misuratori di portata e quindi il dato fornisce solo una stima del volume complessivo immesso in rete. Questo concetto è tanto più vero quanto più sono piccoli i punti di approvvigionamento. Al contrario, i dati relativi al volume erogato, pur avendo come limite di precisione quello dei contatori meccanici, sono effettivamente misurati alle utenze in quanto la misura, in questo caso, è necessaria per la fatturazione delle bollette, e pertanto rappresenta un valore prossimo a quello esatto.

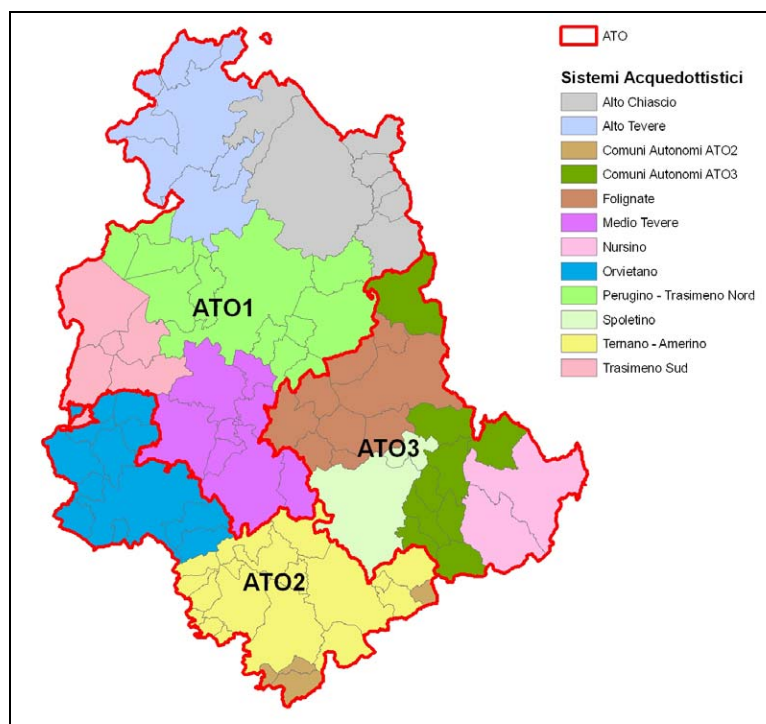


Fig. 38 - Sub-ambiti di approvvigionamento idropotabile

Fonte: Regione Umbria

Tab. 37 - Consumi lordi per uso idropotabile suddivisi per ambito territoriale al 2001

ATO	ATO1	ATO2	ATO3	Totale
Residenti	457006	217581	151239	825826
Serviti	409326	211973	147438	768738
Erogati (Mm ³ /anno)	33.0	19.2	15.4	67.6
Dotazione alle utenze (l/residente servito/giorno)	221	249	286	241
Dotazione al lordo delle perdite (l/residente servito/giorno)	397	407	568	432
Totale prelievi (nella regione) (Mm ³ /anno)	48.1	26.1	41.4	115.6
Trasferimenti interni regione	<i>11.1 da ATO3</i>	<i>0.0</i>	<i>11.1 a ATO1</i>	-
Prelievi extra regione	0	5.4	0.4	5.8
Approvvigionamenti autonomi (Mm ³ /anno)	3.5	0.4	0.3	4.2
Totale fabbisogni lordi (immessi in rete + approvvigionamenti autonomi) (Mm ³ /anno)	62.7	31.9	30.9	125.6

Fonte: Piano Regolatore Regionale degli Acquedotti (P.R.R.A.), Regione Umbria, 2002

Le dotazioni lorde pro capite risultano molto variabili all'interno della Regione. In particolare è evidente l'altissima dotazione pro capite dei Comuni della fascia orientale della regione e in particolare della Valnerina. Tra le cause ipotizzabili certamente vanno considerati il peso della popolazione fluttuante che in questa area a vocazione turistica è molto forte, una tariffazione forfetaria che sicuramente non incentiva il risparmio ma piuttosto l'uso improprio, una gestione meno attenta tipica di aree ricche di risorsa idrica.

Si deve comunque tenere in considerazione la struttura di approvvigionamento di queste aree costituito da piccoli acquedotti che alimentano a gravità modesti centri abitati posti nelle immediate vicinanze del prelievo e l'abbondanza di risorsa. E' infatti prassi comune prelevare acqua dalla sorgente indipendentemente dalla richiesta di rete, per poi sfiorare al serbatoio poche centinaia di metri a valle la portata in esubero. Nel bilancio finale questo volume finisce inevitabilmente nell'ammontare delle perdite.

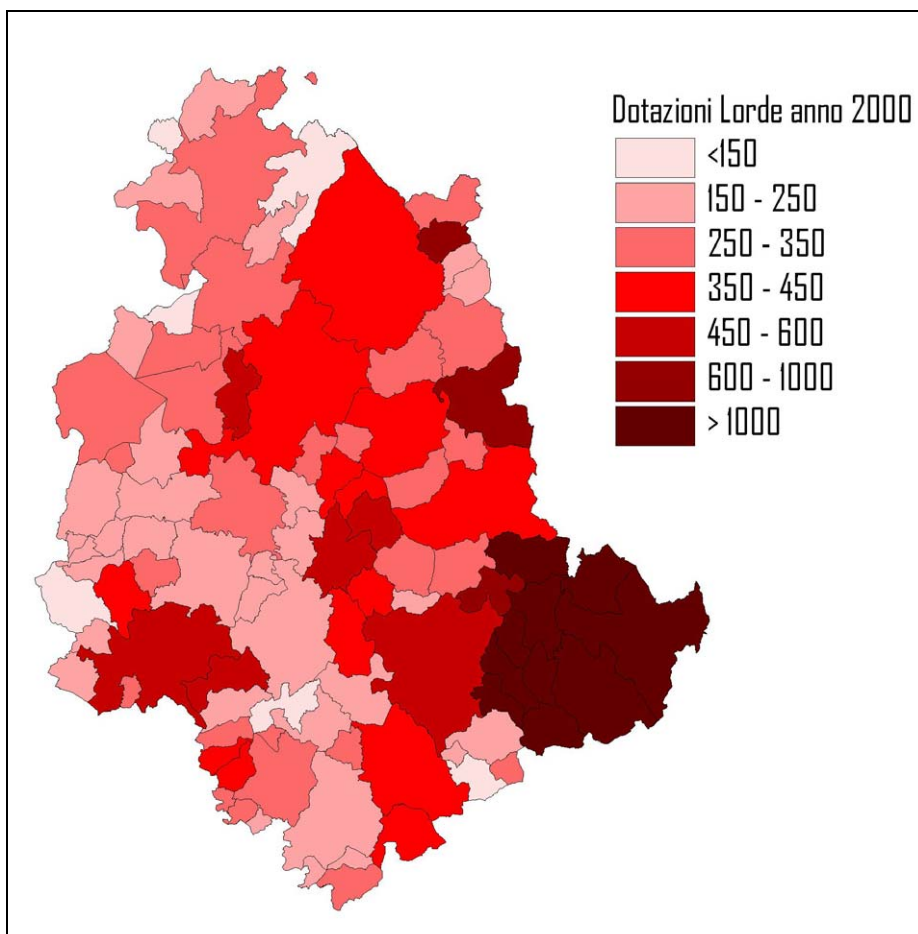


Fig. 39 - Distribuzione delle dotazioni lorde pro-capite nella Regione Umbria

Fonte: P.R.R.A. Regione Umbria

Un importante elemento da considerare in riferimento ai consumi idrici lordi sono le “perdite”, intese come la differenza tra il volume di acqua captato ed immesso nel sistema acquedottistico ed il volume consegnato all'utenza. A scala regionale, la differenza tra volume idrico immesso in rete e volume consegnato all'utenza è circa il 45% del volume immesso totale. Tuttavia, i fattori che contribuiscono ad aumentare la differenza tra questi due volumi sono molteplici, e non tutti riconducibili a perdite effettive. Ad esempio, l'esistenza di utenze prive di contatore (utenze pubbliche quali uffici comunali, scuole, macelli, stadi, palestre, piscine, fontane e fontanelle, bocche antincendio, prese per il lavaggio delle strade o l'annaffiatura di giardini e parchi, ecc.) fa sì che si considerino come perdite i volumi di acqua che non vengono contabilizzati. Si evidenzia, a tal proposito, che i Comuni di Gubbio, Giano dell'Umbria, Montefalco e Spoleto non dispongono di contatori sulle utenze pubbliche, mentre nei restanti comuni i contatori sono presenti solo in parte.

Tab. 38 - Perdite globali (reali+fittizie) in alcuni comuni della regione(*)

Comune	Residenti serviti	Volumi (m ³) totali immessi	Volumi (m ³) consegnati	Perdite	
				(m ³)	(%)
Amelia	10.662	1.058.780	737.801	320.979	30,3
Assisi	21.424	3.065.006	1.765.684	1.299.322	42,4
Bastia	15.216	1.416.483	961.961	454.522	32,1
Castiglion del Lago	12.640	1.604.253	938.493	665.760	41,5
Città di Castello	32.104	3.700.000	2.098.062	1.601.938	43,3
Corciano	14.706	2.440.177	1.165.998	1.274.179	52,2
Deruta	6.265	439.640	295.969	143.671	32,7
Foligno	50.038	7.128.792	3.928.627	3.200.165	44,9
Fratta Todina	1.733	83.732	55.175	28.557	34,1
Gualdo Tadino	14.861	1.800.000	1.067.945	732.055	40,7
Gubbio	29.445	3.952.339	1.551.449	2.400.890	60,7
Monte Castello V.	1.223	82.259	41.560	40.699	49,5
Montone	1.369	91.000	69.906	21.094	23,2
Orvieto	20.705	3.780.600	1.620.640	2.159.960	57,1
Passignano	4.789	535.483	290.366	245.117	45,8
Perugia	143.601	20.350.954	11.072.617	9.278.337	45,6
Spoletto	36.521	6.615.439	3.157.000	3.458.439	52,3
Terni	104.497	15.753.663	9.700.867	6.052.796	38,4
Torgiano	4.498	426.482	310.733	115.749	27,1
Umbertide	13.255	1.653.379	711.977	941.402	56,9
Totale	539.552	75.978.461	41.542.830	34.435.631	45,3

(*) I dati riportati in tabella relativi ai più importanti gestori derivano dall'indagine eseguita direttamente da ARPA, mentre altri dati (in specie quelli delle gestioni in economia) sono stati forniti dagli ATO sulla base della ricognizione effettuata.

Fonte: Piano Regolatore Regionale degli Acquedotti (P.R.R.A.), Regione Umbria, 2002

Se immettendo in rete gli stessi volumi di acqua di cui alla Tab. 38, le perdite non fossero quelle riportate nell'ultima colonna, ma fossero contenute nel limite massimo del 20%, si avrebbe per i 20 comuni presi in esame una maggiore disponibilità di acqua pari a ben 26,3 Mm³ all'anno, corrispondente a 835 l/s.

Considerando che gli 835 l/s recuperabili interessano 529.090 abitanti residenti serviti, estrapolando tale dato all'intera popolazione residente oggi servita, pari a 771.925 abitanti, il recupero di acqua si aggirerebbe sui 1.200 l/s medi nell'anno.

1.3.7 La pianificazione regionale nel settore idropotabile

1.3.7.1 Piano di emergenza idrica: nuove realizzazioni acquedottistiche

Durante il periodo che va da giugno 2001 a giugno 2002 si è verificato uno scarso afflusso meteorico su tutto il territorio regionale.

Il confronto tra la pioggia rilevata da quindici stazioni pluviometriche, omogeneamente distribuite sul territorio regionale, e le medie ricavabili dalle serie storiche relative alle stesse stazioni, ha evidenziato una forte diminuzione delle piogge, circa il 40% (pari a circa 391 mm) di pioggia in meno, nel periodo giugno 2001 – giugno 2002, con forti ripercussioni sia sul periodo considerato sia su quello futuro.

Le scarse precipitazioni verificatesi a partire dal giugno 2001 hanno determinato in generale un sensibile calo dei livelli delle falde sotterranee, una generale diminuzione dei deflussi idrici superficiali in tutti i corsi d'acqua della regione ed un significativo abbassamento del livello idrometrico del Lago Trasimeno.

L'abbassamento delle falde idriche ha avuto una forte ripercussione sull'attuale sistema di approvvigionamento idropotabile, evidenziando una certa fragilità del sistema e una inadeguatezza delle risorse idriche al tempo disponibili per soddisfare la domanda da parte degli utenti. Numerosi Comuni sono dovuti ricorrere ad interventi straordinari come la perforazione di nuovi pozzi,

l'approvvigionamento mediante autobotte o la sospensione del servizio durante prefissate ore del giorno.

Le zone più colpite sono quelle che storicamente lamentano una insufficienza di risorsa come l'area della Media Valle del Tevere, ma in generale anche le piccole frazioni, il cui approvvigionamento era garantito da piccole sorgenti o pozzi su falde superficiali.

Successivamente alla dichiarazione dello stato di emergenza di cui al D.P.C.M. del 24.05.2002, veniva segnalato al Dipartimento di Protezione Civile un primo sommario elenco di interventi necessari per consentire il superamento della crisi idrica.

Tra le opere segnalate al Dipartimento di Protezione Civile si evidenziano quelle che rivestono rilevanza strategica regionale previste nel Piano Regolatore Regionale degli Acquedotti (P.R.R.A.), e nei rispettivi Piani d'Ambito elaborati dagli ATO, in grado di dare una risposta adeguata alle problematiche della crisi del settore idropotabile.

In seguito al Piano di Emergenza Idrica sono stati realizzati, e sono tuttora in corso di realizzazione, numerosi interventi per la costruzione di grandi acquedotti volti a creare sistemi alimentati da un numero limitato di punti di captazione, capaci però di fornire abbondanti garanzie sia dal punto di vista qualitativo che quantitativo. La realizzazione di grandi schemi acquedottistici, a fronte di grossi investimenti iniziali per la realizzazione delle infrastrutture, permette di razionalizzare i costi in fase di gestione della rete, ma fornisce anche maggiori garanzie per l'utenza sia dal punto di vista qualitativo che quantitativo grazie al sistema di interconnessioni e alla molteplicità e diversità delle fonti di approvvigionamento.

Il Piano di Emergenza Idrica ha finanziato, fra le opere più importanti, la realizzazione di nuovi grandi sistemi acquedottistici di importanza regionale e il completamento o la ristrutturazione di grandi acquedotti esistenti.

I principali grandi Sistemi di nuova realizzazione vengono di seguito brevemente illustrati.

Acquedotto Scheggino – Pentima: prevede il reperimento di una nuova risorsa idropotabile di notevole pregio mediante la realizzazione di un nuovo campo pozzi nell'Alta Valnerina, nel territorio del Comune di Scheggino ($Q = 400$ l/s), e di una nuova adduttrice che, dal serbatoio precedentemente menzionato, vada ad alimentare, con adeguata cadente piezometrica, i serbatoi di compenso esistenti posti nei dintorni della città di Terni in località Pentima e Fontana di Polo. Nella sua discesa verso Terni verranno predisposti i necessari collegamenti sulla futura adduttrice in modo che nel prossimo futuro, mediante partitori in pressione, rifornirà gli acquedotti dei Comuni di Ferentillo e Montefranco. L'opera in oggetto consentirà di integrare il sistema acquedottistico ternano con una risorsa totalmente affidabile dal punto di vista qualitativo e quantitativo consentendo la dismissione delle risorse a "rischio" per uso idropotabile.

Adduzione acquedottistica da Montedoglio a Città di Castello e integrazione di emergenza Umbertide – Montone: prevede l'incremento della disponibilità di risorsa idrica mediante il potenziamento dell'impianto di potabilizzazione di Città di Castello che consenta di trattare ulteriori quantitativi di acqua provenienti dall'invaso di Montedoglio, la realizzazione di numerose linee di adduzione fra le quali le più importanti sono la linea acquedottistica di integrazione di emergenza Umbertide-Montone, il collegamento dei comuni di San Giustino, Citerna e delle frazioni a nord e sud dell'abitato di Città di Castello. Il progetto interessa i comuni di Città di Castello, Monte S. Maria Tiberina, Umbertide, Montone, S. Giustino e Citerna.

Acquedotto Castel Giorgio – Orvieto – Allerona: prevede la realizzazione di un'opera di captazione costituita da un campo pozzi nel comune di Castel Giorgio in grado di emungere una portata di 70 l/s, una adduttrice della lunghezza complessiva di Km. 31,4 del diametro di mm. 250 ed il collegamento con le reti di distribuzione di Orvieto, Castel Giorgio, Castel Viscardo, Allerona, la predisposizione per il collegamento con i Comuni di Ficulle, Parrano, Fabro, Monteleone, Porano, Montegabbione, nonché con l'adduttrice di interconnessione con l'Amerino ed il Ternano.

Il Piano di Emergenza Idrica 2002 ha permesso anche di accelerare la realizzazione **dell'Acquedotto del Trasimeno**, suddiviso in due lotti di cui il primo lotto è già realizzato, l' **Acquedotto della Media Valle del Tevere** e la ristrutturazione **dell'Acquedotto Valle Umbra Sud** (Rasiglia – Montefalco) costruito negli anni '60 e danneggiato dagli eventi sismici del settembre 1997 e successivi.

Con il Piano di Emergenza Idrica 2002 la Regione dell'Umbria ha accompagnato gli interventi minori destinati a fronteggiare l'immediata emergenza come il rifornimento tramite autobotti, la riattivazione di opere dimesse o di riserva, il reperimento di nuove risorse disponibili, con la programmazione di grandi acquedotti che di fatto anticipano buona parte degli schemi idrici previsti dal P.R.R.A..

1.3.7.2 Il nuovo P.R.R.A. (Piano Regolatore Regionale degli Acquedotti)

Il nuovo P.R.R.A., si inserisce in questo contesto territoriale dando risposte efficaci alle problematiche inerenti al miglioramento ed al corretto uso e gestione delle risorse, ed anche allo stato di emergenza idrica che ha interessato la regione negli ultimi anni, il tutto nell'ottica di riforma del Servizio Idrico, in attuazione alla Legge 36/94 (Legge Galli).

Il ruolo della Regione dell'Umbria in materia di Servizio idrico integrato riguarda l' esercizio delle funzioni di programmazione, coordinamento, indirizzo e controllo sulle Autorità d'Ambito. Le funzioni di programmazione sono in parte esercitate in sede di approvazione e aggiornamento del Piano Regolatore Regionale degli Acquedotti (P.R.R.A.).

Il percorso per la revisione del P.R.R.A. è iniziato da parte della Regione dell'Umbria dalla fine degli anni '80. Partendo da un accurato studio sulle sorgenti appenniniche, sulle acque sotterranee e sugli usi civili, è stato redatto il Piano Ottimale di Utilizzazione delle Risorse Idriche. Il piano Ottimale partendo dalla raccolta dei dati riferiti ai censimenti esistenti di carattere demografico ed acquedottistico e dall'esame del P.R.R.A. del 1967 ha effettuato un censimento delle strutture acquedottistiche rilevando informazioni riguardanti l'ubicazione dei punti di prelievo, la portata e la qualità dell'acqua, lo stato di conservazione degli acquedotti, l'entità della popolazione servita, il grado di soddisfacimento della richiesta idropotabile, le cause delle eventuali carenze, l'entità delle perdite, reali ed apparenti, dell'adduzione e della distribuzione, le modalità di distribuzione dell'acqua, i criteri di tariffazione adottati, i consumi medi giornalieri della popolazione.

Dall'analisi di questa enorme mole di dati, il Piano Ottimale ha evidenziato una serie di problematiche, tra le quali le più importanti riguardano l'esistenza di uno sproporzionato numero di acquedotti rispetto alla consistenza del territorio regionale (ben 470 acquedotti consortili o comunali il cui numero considerando anche i piccoli acquedotti frazionali raggiunge il migliaio). Dall'analisi dei consumi si evince che su 92 Comuni solo 32 riescono a soddisfare il fabbisogno idropotabile della popolazione nel periodo di maggiore consumo, mentre i restanti 60 denunciano carenze più o meno gravi. Dal censimento delle risorse emerge la presenza di troppe sorgenti e pozzi superficiali, l'assenza di apparecchiature per misurare le portate immesse in acquedotto, nonché problemi tariffari.

Lo studio, oltre ad avere individuato le fonti di approvvigionamento, ha previsto gli schemi acquedottistici per razionalizzare il sistema degli approvvigionamenti, prevedendo la costruzione di 8 grandi sistemi che coprono quasi tutta la Regione ed in parte interconnessi fra di loro per garantire eventuali situazioni di emergenza.

Il Piano Ottimale individuava le nuove fonti di approvvigionamento in base a studi teorici non supportati da indagini in sito. Per la predisposizione del Piano Regolatore Regionale degli Acquedotti è stato, pertanto, necessario realizzare indagine finalizzate a valutare l'effettiva entità della risorsa in termini quantitativi e qualitativi. Sono state quindi realizzate 12 perforazioni profonde, e installati una serie di piezometri.

I risultati delle indagini in sito hanno permesso di individuare più correttamente gli interventi necessari al superamento dell'emergenza idrica e di procedere al finanziamento di 7 degli 8 schemi strategici individuati nel Piano Ottimale.

1.3.7.3 La politica regionale in materia di risparmio idrico nel P.R.R.A.

L' obiettivo che la Regione Umbria ha inteso perseguire con il P.R.R.A. si basa sulla consapevolezza, oggi acquisita, di un uso sostenibile del consumo dell'acqua, ottimizzando il patrimonio idropotabile regionale.

Tale obiettivo è da attuarsi attraverso la riduzione delle perdite in rete ed il contenimento dei consumi, senza con ciò ostacolare le crescenti idroesigenze insite nell'auspicato sviluppo dell'Umbria, mirando soprattutto a porre in atto tutte quelle iniziative, culturali oltre che tecniche, che consentono di effettuare un "consumo consapevole".

Contenimento delle perdite in rete

Gli obiettivi della riduzione delle perdite in rete sono contenuti in un regolamento attuativo che accompagna il P.R.R.A. con il quale si impone ai gestori la redazione di un bilancio idrico annuale di valore effettivamente operativo per il controllo della gestione e della sua evoluzione.

Tutto ciò implica in primis l'installazione di contatori su tutti i prelievi e sui serbatoi di distribuzione oltre che sulla totalità delle utenze, incluse quelle pubbliche e comunali, in modo da riuscire a contabilizzare l'acqua addotta e quella venduta, permettendo così alle Autorità d'Ambito di verificare il raggiungimento, da parte del gestore, dell' obiettivo di contenimento delle perdite al 20%, pena l'applicazione di penalità.

Contenimento dei consumi

Le utenze pubbliche devono fortemente contribuire al raggiungimento di questi obiettivi contenendo il consumo, attraverso azioni obbligatorie identificabili nell'applicazione di tecnologie che riducano il consumo come l'applicazione di erogatori o acceleratori di flusso ai rubinetti di lavelli e docce, l'installazione di miscelatori di acqua (calda e fredda) e di fotocellule o pulsanti per l'apertura e chiusura automatica dei rubinetti, l'installazione di cassette per il water a doppio scomparto o con tasto di stop, l'impiego di elettrodomestici a basso consumo idrico, il recupero di acqua piovana mediante apposite cisterne per giardinaggio, lavaggio auto, ecc.

Tutte queste azioni obbligatorie nel settore pubblico, vanno ottenute anche dalle utenze private con condizionamenti o incentivazioni da attuare attraverso la tariffa, o forme di accordo con soggetti che

operano nel settore. La Regione promuoverà una forma di finanziamento per gli utenti che metteranno in campo le azioni per il risparmio idrico elencate in precedenza, mediante il recupero diretto dalla tariffa di una parte dell'investimento. La Regione, inoltre, stringerà accordi di programma con i produttori di apparecchiature per il risparmio idrico al fine di ottenere un costo più basso (agevolazioni sulle forniture), e quindi una maggiore diffusione fra gli utenti.

La tariffa del Servizio Idrico Integrato

Un altro fattore di contenimento dei consumi sarà comunque la tariffa del Servizio Idrico, già in vigore dal primo gennaio 2003, di gran lunga superiore alla precedente e destinata ad aumentare nel breve periodo.

Quella tariffaria non può però essere l'unica leva, in quanto spingere i costi dell'acqua oltre certi livelli comporta il rischio di negativi e non trascurabili effetti collaterali quali la penalizzazione in ogni caso dell'utenza meno abbiente, mentre l'altra potrebbe restare indifferente a certe sollecitazioni; il ricorso incontrollato a fonti di approvvigionamento alternativo costituito da pozzi ad uso domestico, la conseguente anomala contrazione non dei consumi, bensì dei volumi derivati dall'acquedotto e parimenti degli introiti aziendali del gestore. Si potrebbe così innescare una tendenza al rialzo del costo dell'acqua tutta a scapito dell'utenza priva di alternative, ma comunque inevitabile, atteso che il prodotto tra tariffe e volumi erogati deve comunque compensare gli oneri di gestione, gli investimenti e gli utili del gestore ed altri futuri oneri richiesti dalla UE.

La tariffa del Servizio Idrico è attualmente basata su fasce di costo riferite al consumo di ogni singola utenza. Le nuove fasce tariffarie saranno invece impostate sulla base degli utenti effettivi che usufruiscono del servizio, garantendo che non vi siano penalizzazioni dei nuclei familiari più numerosi che molto spesso coincidono con l'utenza meno abbiente. L'individuazione degli utenti effettivi allacciati a ciascun contatore può essere facilmente determinata in base alle residenze anagrafiche dei cittadini.

1.3.7.4 Il fabbisogno idropotabile al 2015 e 2040

Il fabbisogno idropotabile netto e lordo del giorno medio e di punta è stato stimato sulla base delle proiezioni demografiche degli utenti da servire ai due orizzonti temporali del 2015 e del 2040 seguendo le indicazioni riportate nel D.P.C.M. del 4 marzo 1996. Gli utenti da servire, avendo fabbisogni unitari diversificati, sono stati divisi nelle seguenti categorie: abitanti residenti serviti, abitanti non residenti, fluttuanti con pernottamento, fluttuanti senza pernottamento.

E' stata eseguita un'ampia disamina - in fatto di fabbisogni idropotabili - dei consumi attuali e delle previsioni future in varie situazioni, prevalentemente italiane, sia per quanto riguarda il settore domestico che quello extradomestico, alberghiero, extralberghiero ecc. Sulla base dei consumi attuali in Umbria e nel resto d'Italia, tenuto conto, da un lato, del probabile incremento dei consumi futuri legato ad un aumento del tenore di vita e, dall'altro, di una saggia politica di contenimento dei consumi, specie a livello collettivo, si sono valutati i fabbisogni medi nell'anno per i differenti tipi di utenti, fabbisogni che, ovviamente, variano nel corso dell'anno, al variare delle presenze e delle esigenze personali e collettive.

Per i consumi propriamente domestici è stato assunto il valore di 200 l/g/utente, indipendente dalla dimensione del comune, mentre i consumi extradomestici e quelli pubblici dipendono effettivamente dall'entità della popolazione del comune.

Tab. 39 - Riepilogo delle dotazioni medie annue

Tipo di utenza	l/g/utente
domestica residente	200
domestica non residente	--
pendolari	75
alberghiera	260
extralberghiera	265 *
extradomestica	20-35 (+)
comunale	20-70 (+)

* relativa a due mesi estivi

(+) variabile a seconda del numero dei residenti serviti del comune

Fonte: Piano Regolatore Regionale degli Acquedotti (P.R.R.A.), Regione Umbria, 2002

Come perdite si è assunto il valore del 20% sul volume captato e immesso in rete come indicato dal D.P.C.M. del 4 marzo 1996. Il fabbisogno giornaliero, netto e lordo, medio nell'anno e la dotazione lorda di competenza all'utenza totale servita è riportato in Tab. 39, mentre in Tab. 40 si indica il

volume di acqua complessivamente richiesto da ciascuna ATO e la portata media nell'anno corrispondente.

Tab. 40 - Fabbisogni idrici medi annui previsti al 2040

ATO	Fabbisogni netti domestici (m ³ /g)					Altri fabbisogni (m ³ /g)		Volume totale (m ³ /g)		Dotazione lorda (l/g/ut.)
	residenti	non residenti	alberghi	extra alberghi	pendolari	extra domestici	pubblici	netto	lordo	
n. 1	96.137	2.267	2.870	2.443	1.657	14.753	25.059	145.187	181.484	341
n. 2	40.736	1.829	720	250	540	6.032	10.339	60.446	75.557	346
n. 3	30.703	1.691	899	471	192	4.799	7.508	46.262	57.827	348
Totale	167.576	5.787	4.489	3.164	2.389	25.584	42.906	251.895	314.868	345

Fonte: Piano Regolatore Regionale degli Acquedotti (P.R.R.A.), Regione Umbria, 2002

Tab. 41 - Volumi idrici medi annui e portate relative

ATO	Anno 2040		
	Volume lordo (m ³)		Portata media (m ³ /s)
	giornaliero	annuo	
n. 1	181.484	66.241.660	2,10
n. 2	75.557	27.578.305	0,87
n. 3	57.827	21.106.855	0,67
Totale	314.868	114.926.820	3,64

Fonte: Piano Regolatore Regionale degli Acquedotti (P.R.R.A.), Regione Umbria, 2002

1.3.7.5 Schemi Acquedottistici

Sulla base del fabbisogno idropotabile previsto agli orizzonti temporali 2015 e 2040 sono stati definiti i 9 principali schemi acquedottistici della Regione Umbria.

Nella definizione degli schemi, salvo piccole modifiche originate dalla divisione del territorio in ambiti ottimali e accertamenti idrogeologici, si sono conservate le impostazioni del Piano Ottimale di Utilizzazione delle Risorse Idriche del 1989.

Nell'individuazione delle risorse idriche da riservare per l'orizzonte temporale 2040, si è previsto un approvvigionamento idrico in esubero rispetto alle necessità medie per tenere in considerazione sia la fluttuazione della domanda nel corso delle stagioni, sia la possibile diminuzione delle portate erogate da sorgenti e pozzi. Risulta così possibile soddisfare la domanda idropotabile sia con l'utilizzo di risorse alternative o in riserva attiva sia con l'utilizzo di interconnessioni.

Il principio di base è comunque, nella scelta delle risorse idriche, di utilizzare le sorgenti appenniniche nel periodo invernale-primaverile, corrispondente al periodo di morbida, entro certi prefissati limiti; ciò consente di soddisfare contemporaneamente – grazie ai notevoli quantitativi di acqua disponibili – sia il fabbisogno idropotabile, che le esigenze ambientali, mentre nel periodo estivo-autunnale, quando le sorgenti sono in magra l'attingimento viene generalmente sospeso o ridotto e si fa ricorso alle falde sotterranee delle formazioni alluvionali.

L'utilizzo delle sorgenti appenniniche nel periodo di morbida consente di derivare per caduta acqua di ottima qualità con un duplice vantaggio: l'abbattimento dei costi energetici e di trattamento, e la ricarica delle falde di pianura con conseguente riequilibrio ambientale e miglioramento delle caratteristiche qualitative delle acque.

Per quanto riguarda le interconnessioni tra sistema acquedottistici diversi, a causa degli elevati costi di realizzazione e del loro saltuario utilizzo, risulta, quando possibile, molto più conveniente garantire all'interno dell'ambito servito da un sistema acquedottistico una pluralità di fonti idriche, di origine possibilmente diversa e di entità tale da superare abbondantemente il fabbisogno del periodo di punta in maniera da cautelarsi da eventuali riduzioni di portata delle fonti usualmente utilizzate.

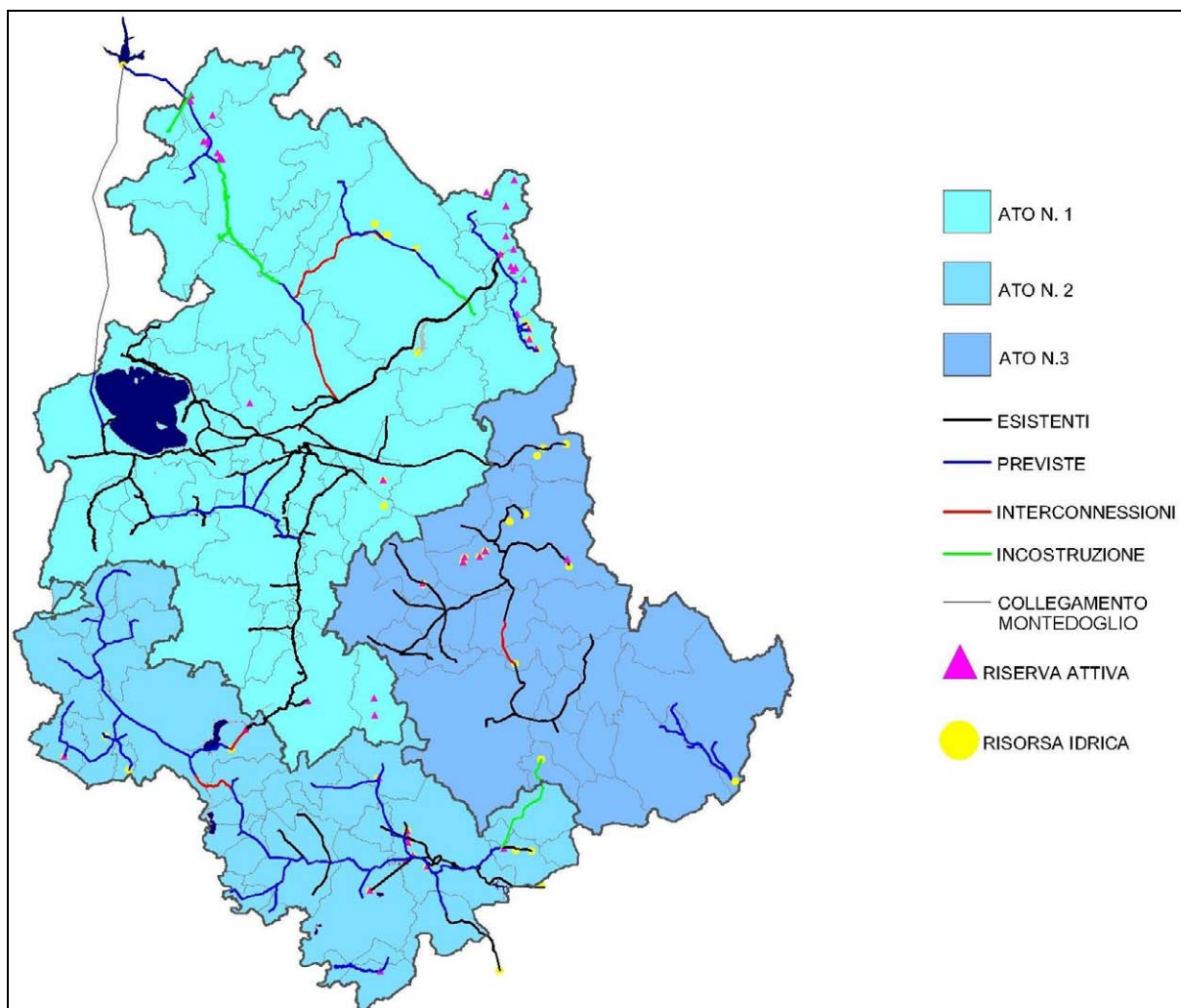


Fig. 40 - Schemi dei principali acquedotti previsti dal P.R.R.A.

Fonte: Regione Umbria

ATO n. 1 (Perugia)

Il territorio dell'ATO n. 1 è stato suddiviso nei seguenti sistemi acquedottistici comprendenti i comuni sotto elencati:

- Sistema Alto Tevere - SAT: Citerna, Città di Castello, Monte Santa Maria Tiberina, Montone, San Giustino, Umbertide (e una frazione di Perugia situata a nord della città);
- Sistema Alto Chiascio - SAC: Costacciaro, Fossato di Vico, Gualdo Tadino, Gubbio, Pietralunga, Scheggia-Pascelupo, Sigillo;
- Sistema Perugino – Trasimeno - SPT: Assisi, Bastia, Bettona, Cannara, Castiglione del Lago, Città della Pieve, Corciano, Lisciano Niccone, Magione, Paciano, Panicale, Passignano, Perugia, Piegara, Torgiano, Tuoro, Valfabbrica;
- Sistema Medio Tevere - SMT: Collazzone, Deruta, Fratta Todina, Marsciano, Massa Martana, Monte Castello Vibio, San Venanzo, Todi.

Sistema Alto Tevere

Il Sistema Alto Tevere è costituito dai comuni di Citerna, Città di Castello, Monte Santa Maria Tiberina, Montone, San Giustino, Umbertide, per complessivi 78.000 utenti da servire all'orizzonte temporale 2040. All'orizzonte 2040 il fabbisogno lordo annuo è di 9,97 Mm³, corrispondente ad una portata media annua di circa 332 l/s. Il Sistema Alto Tevere sarà alimentato interamente dalle acque dall'invaso di Montedoglio mentre i pozzi nell'acquifero alluvionale dell'Alta Valle del Tevere, che attualmente riforniscono i comuni di Città di Castello e S. Giustino, verranno mantenuti come riserve attive ed utilizzati solo in caso di emergenza. All'orizzonte temporale di progetto le acque di Montedoglio saranno integrate, nella misura di 50 l/s, dall'invaso del Carpina.

Lo schema di alimentazione prevede la realizzazione di una condotta che si origina dall'invaso di Montedoglio ed arriva fino al comune di Umbertide. I principali centri abitati, come Città di Castello e

Umbertide sarebbero alimentati a gravità, mentre i Comuni di S. Giustino, Citerna, Monte Santa Maria Tiberina e Montone richiederebbero altrettante stazioni di pompaggio per complessivi 360 kW. Lo sviluppo complessivo della rete acquedottistica da realizzare è di circa 71 km, cui si aggiungono poco meno di 27 km per l'interconnessione con il Sistema Perugino-Trasimeno.

Sistema Alto Chiascio

Il Sistema Alto Chiascio è costituito dai comuni di Costacciaro, Fossato di Vico, Gualdo Tadino, Gubbio, Pietralunga, Scheggia-Pascelupo, Sigillo, per complessivi 61.000 utenti da servire all'orizzonte temporale 2040. Il fabbisogno idropotabile dell'Alto Chiascio richiede, all'orizzonte temporale 2040, una portata media annua di 250 l/s, corrispondente ad un volume complessivo di 7,9 Mm³.

L'alimentazione del sistema sarà interamente garantita dalle acque delle sorgenti appenniniche nel loro periodo di morbida, mentre si dovrà far ricorso in modo consistente alle acque di falda dei campi pozzi di Raggio, Mocaiana, Casamorcia e Bottaccione durante i mesi estivi. Lo schema di alimentazione prevede la realizzazione di una condotta sub-appenninica che va da Gualdo Tadino fino a Scheggia-Pascelupo per la raccolta delle acque delle sorgenti Scirca, Vaccara, Santo Marzio, Cappuccini e Palazzo Mancinelli. Il sottosistema Gubbio-Pietralunga sarà connesso mediante una condotta che da Gubbio scende verso la località Branca e si ricollega alla precedente nei pressi di Fossato di Vico.

Lo sviluppo della rete acquedottistica prevista è di 62,3 km e sono necessarie 3 stazioni di pompaggio per complessivi 919 kW.

Sistema Perugino-Trasimeno

Il Sistema Perugino-Trasimeno è costituito dai comuni di Assisi, Bastia, Bettona, Cannara, Castiglione del Lago, Città della Pieve, Corciano, Lisciano Niccone, Magione, Paciano, Panicale, Passignano, Perugia, Piegara, Torgiano, Tuoro, Valfabbrica, per complessivi 335.000 utenti da servire all'orizzonte temporale 2040. Il fabbisogno medio previsto al 2040 è di circa 1.400 l/s, corrispondente a circa 44,2 Mm³.

Anche qui, come per il Sistema Alto Chiascio, si ipotizza una doppia alimentazione: invernale ed estiva. Nel primo caso si farà ricorso ad un potenziamento della sorgente Scirca e ad un prelievo parziale di acqua da alcune sorgenti appenniniche (in condominio con il Sistema Alto Chiascio e fermo restando il rilascio di certe portate per garantire ai fini ambientali il deflusso nel reticolo idrografico). Sempre durante il periodo di massima disponibilità delle acque delle sorgenti appenniniche verranno lasciati a riposo, per consentire un rimpinguamento delle falde acquifere, i campi pozzi di Petrignano e Cannara. Verranno invece utilizzate le risorse tradizionali di S. Giovenale, Bagnara, Aretusa e Le Cese, oltre ad un utilizzo delle acque dell'invaso di Valfabbrica.

Nella stagione estiva, a fronte di una minore disponibilità delle acque delle sorgenti appenniniche e di una maggiore richiesta di rete, saranno utilizzati i campi pozzi di Petrignano e Cannara e si renderà necessario ricorrere in misura massiccia alle acque invasate dalla diga di Valfabbrica. E' inoltre prevista la realizzazione di un nuovo campo pozzi nell'area del Monte Subasio.

Data l'esistenza di una rete acquedottistica ampiamente sviluppata nell'area del Sistema Perugino-Trasimeno, il P.R.R.A. prevede la realizzazione di una condotta sub-appenninica ed il raddoppio della condotta Scirca (che funzioneranno solo per 6-7 mesi all'anno in funzione delle disponibilità idriche), una condotta per collegare il campo-pozzi del Subasio a Petrignano, una condotta da Pianello a Petrignano per l'utilizzo delle acque dell'invaso di Valfabbrica (con relativo trattamento). I comuni del basso Trasimeno (Castiglione del Lago, Panicale, Paciano, Piegara, Città della Pieve) sono stati recentemente collegati al serbatoio di Monte Malbe mediante la realizzazione dell'acquedotto del Trasimeno, andando così a creare un unico sistema acquedottistico che attraversa trasversalmente il centro della regione e rifornisce i comuni da Assisi fino a Castiglione del Lago, rappresentando, in termini di popolazione servita, il sistema acquedottistico più importante della regione.

Sistema Medio Tevere

Il Sistema Medio Tevere è costituito dai comuni di Collazzone, Deruta, Fratta Todina, Marsciano, Massa Martana, Monte Castello Vibio, San Venanzo, Todi, per complessivi 55.000 utenti da servire all'orizzonte temporale 2040. Il fabbisogno medio al 2040 è di 220 l/s, pari circa 6,9 Mm³.

La valle del Medio Tevere non dispone di risorse idriche affidabili sia dal punto di vista quantitativo che qualitativo, quindi l'alimentazione del sistema sarà garantita dal campo pozzi in località La Pasquarella ai piedi dei Monti d'Amelia, dove sono state effettuate due perforazioni profonde nelle formazioni calcaree con ottimi risultati in termini quantitativi e qualitativi.

Lo schema di alimentazione è costituito da una condotta principale che dal campo pozzi La Pasquarella raggiunge Todi per poi proseguire lungo la valle del Tevere fino a Deruta. Il Sistema Medio Tevere è interconnesso al Sistema Perugino-Trasimeno tramite una condotta che termina al partitore di Brufa e capace di garantire una portata di emergenza di circa 100 l/s in entrambe le direzioni.

ATO n. 2 (Terni)

Il territorio dell'ATO n. 2 è stato suddiviso nei seguenti sistemi acquedottistici:

- Sistema Ternano-Amerino - STA: Acquasparta, Alviano, Amelia, Arrone, Attigliano, Avigliano Umbro, Ferentillo, Giove, Guardea, Lugnano in Teverina, Montecastrilli, Montecchio, Montefranco, Narni, Penna in Teverina, Polino, San Gemini, Stroncone, Terni;
- Sistema Orvietano-SO: Allerona, Baschi, Castel Giorgio, Castel Viscardo, Fabro, Ficulle, Montegabbione, Monteleone d'Orvieto, Orvieto, Parrano, Porano;
- Sistema Calvi-Otricoli-SCO: Calvi dell'Umbria, Otricoli.

Sistema Ternano-Amerino

Il Sistema Ternano-Amerino è costituito dai comuni di Acquasparta, Alviano, Amelia, Arrone, Attigliano, Avigliano Umbro, Ferentillo, Giove, Guardea, Lugnano in Teverina, Montecastrilli, Montecchio, Montefranco, Narni, Penna in Teverina, Polino, San Gemini, Stroncone, Terni, per complessivi 178.000 utenti da servire all'orizzonte temporale 2040. Il fabbisogno idropotabile del Sistema Ternano-Amerino richiede, all'orizzonte temporale 2040, una portata media annua di 715 l/s, corrispondente ad un volume complessivo di 22,4 Mm³.

Anche in questo caso si ipotizza di non sfruttare regolarmente i pozzi della piana ternana durante la stagione di morbida delle sorgenti sia per consentire una ricarica delle falde sia per ridurre i rischi di inquinamento.

L'alimentazione del sistema sarà garantita principalmente dalle sorgenti Pacce, Lupa e Peschiera che attualmente riforniscono il comune di Terni, dai vari campi pozzi esistenti nella conca ternana e dal nuovo campo pozzi di Scheggino (ATO n.3) da cui verrà prelevata una portata media di circa 400 l/s.

Lo schema di alimentazione proposto parte da Scheggino e arriva a Montecchio, sviluppa, con le varie diramazioni, 136 km e richiede 8 stazioni di sollevamento per complessivi circa 900 kW (riserve incluse). Il nuovo schema prevede principalmente l'ampliamento e l'adeguamento dell'attuale sistema di adduzione mediante la realizzazione dell'acquedotto Scheggino-Pentima, recentemente finanziato dal Piano di Emergenza Idrica, il raddoppio dell'adduttrice esistente da Terni fino a Montecchio (attuale acquedotto dell'Amerino) e la realizzazione di un ramo che dalla zona di Maratta sale verso nord per servire i comuni di S. Gemini, Acquasparta, Montecastrilli e Avigliano Umbro.

Sistema Orvietano

Il Sistema Orvietano è costituito dai comuni di Allerona, Baschi, Castel Giorgio, Castel Viscardo, Fabro, Ficulle, Montegabbione, Monteleone d'Orvieto, Orvieto, Parrano, Porano, per complessivi 40.000 utenti da servire all'orizzonte temporale 2040. Il fabbisogno idropotabile medio del Sistema al 2040 è di 158 l/s, pari circa 4,8 Mm³.

L'alimentazione dell'intero sistema, che è attualmente carente come risorse idriche, sarà garantita dalla sorgente di Sugano, e dalla realizzazione dei campi-pozzi a Castel Giorgio sulle vulcaniti e a Civitella del Lago sui Monti di Amelia. La realizzazione dell'acquedotto del Sistema Orvietano è stata finanziata all'interno del Piano di Emergenza Idrica.

Lo schema dell'acquedotto prevede la realizzazione di una condotta principale che si origina dal campo pozzi di Castel Giorgio e raggiunge poi la valle del Paglia nei pressi di Orvieto. La condotta prosegue in direzione nord fino a Montegabbione ed in direzione sud fino a Baschi, da dove si origina l'interconnessione con il Sistema Ternano-Amerino. Dalla condotta principale si dipartono le diramazioni ai 12 comuni serviti, con uno sviluppo complessivo di circa 95 km e la presenza di 9 impianti di sollevamento per complessivi 730 kW.

Sistema Calvi-Otricoli

Il Sistema Calvi-Otricoli è costituito dai due comuni Calvi dell'Umbria e Otricoli che distano pochi chilometri in linea d'aria e sono situati in aree marginali al confine meridionale con la Regione Lazio. I due comuni sono dotati di risorse idriche proprie e vista la difficile e onerosa connessione con il sistema Ternano-Amerino si è ritenuto opportuno prevedere un sistema autonomo di alimentazione. Il fabbisogno idropotabile medio del sistema al 2040 è di 14 l/s, pari circa 0,44 Mm³.

Calvi e Otricoli, oltre alle risorse di cui già dispongono, hanno recentemente realizzato un pozzo capace di fornire 16 l/s, per cui disporrebbero di una portata capace di soddisfare le loro necessità di punta previste al 2040.

ATO n. 3 (Foligno)

Il territorio dell'ATO n. 3 è stato suddiviso nei seguenti sistemi acquedottistici:

- Sistema Folignate-SF: Bevagna, Castel Ritaldi, Foligno, Giano dell'Umbria, Gualdo Cattaneo, Montefalco, Nocera Umbra, Spello, Trevi, Valtopina;
- Sistema Spoletino-SS: Spoleto e Campello sul Clitunno;
- Sistema Nursino-SN: Cascia e Norcia;
- Comuni autonomi: Cerreto di Spoleto, Monteleone Spoleto, Poggiodomo, Preci, S. Anatolia di Narco, Scheggino, Sellano, Vallo di Nera.

Sistema Folignate

Il Sistema Folignate è costituito dai comuni di Bevagna, Castel Ritaldi, Foligno, Giano dell'Umbria, Gualdo Cattaneo, Montefalco, Nocera Umbra, Spello, Trevi, Valtopina, per complessivi 104.000 utenti da servire all'orizzonte temporale 2040. Il fabbisogno idropotabile medio del Sistema al 2040 è di 438 l/s, pari circa 13,8 Mm³.

Il Sistema Folignate dispone già di una rete acquedottistica propria costituita principalmente dall'acquedotto Rasiglia-Montefalco, a cui si aggiungono gli acquedotti che riforniscono la città di Foligno dalle sorgenti di Capodacqua e Acquabianca.

L'alimentazione del sistema sarà garantita dalle sorgenti attualmente captate di Rasiglia Alzabove, Capodacqua e Acquabianca, che dovranno essere integrate da un prelievo della sorgente Capovena, e da alcuni pozzi presenti nella formazione alluvionale della Valle Umbra.

Sistema Spoletino

Il Sistema Spoletino è costituito dai comuni di Spoleto e Campello sul Clitunno, per complessivi 10.000 utenti da servire all'orizzonte temporale 2040. Il fabbisogno idropotabile del Sistema al 2040 richiede un portata media annua di 170 l/s, pari circa 5,4 Mm³.

Attualmente il sistema è alimentato dalla sorgente Argentina e da piccole risorse locali a servizio delle numerose frazioni presenti nel territorio. Il P.R.R.A. prevede per il 2040 di integrare e diversificare la risorsa mediante la realizzazione di un campo pozzi in Valnerina nei pressi di S. Anatolia di Narco per una portata massima di circa 100 l/s. La nuova condotta affiancherà l'attuale acquedotto dell'Argentina nel tratto compreso fra la galleria di Forca di Cerro fino a Eggi per poi proseguire verso Spoleto. In questo modo l'approvvigionamento del sistema risulterà più flessibile ed in grado di fronteggiare più agevolmente eventuali situazioni di emergenza.

Sistema Nursino

Il Sistema Nursino è costituito dai comuni di Norcia e Cascia, per complessivi 42.000 utenti da servire all'orizzonte temporale 2040. Il fabbisogno idropotabile del Sistema al 2040 richiede un portata media annua di 37 l/s, pari circa 1,2 Mm³.

Il territorio del sistema è molto vasto e ricco di risorsa, e, da una serie di informazioni, sembra che le disponibilità idriche attuali siano largamente superiori alle richieste future.

La principale struttura di approvvigionamento è costituita dall'acquedotto del Pescia che attualmente serve i due capoluoghi e altre frazioni minori per complessivi 25 l/s, a cui è stata recentemente allacciata la sorgente di Forca Canapine per ulteriori 15 l/s.

Comuni autonomi

I comuni autonomi dell'ATO n.3 sono Cerreto di Spoleto, Monteleone di Spoleto, Poggiodomo, Preci, S. Anatolia di Narco, Scheggino, Sellano, Vallo di Nera, per lo più ubicati nell'Alta Valnerina. Di dimensioni modeste, tendono nel tempo ad una contrazione della popolazione residente e ad un incremento stagionale dei non residenti e della popolazione fluttuante (alberghiera ma soprattutto extralberghiera), con forti sbalzi tra portata media e portata di punta (come del resto per il Sistema Nursino). Le risorse idriche sono abbondanti anche se costituite da un numero elevato di fonti (per lo più sorgenti). L'orografia da un lato e la dispersione della popolazione in piccole frazioni e case sparse dall'altro, hanno facilitato la costruzione di innumerevoli acquedotti frazionali. La realizzazione di un acquedotto intercomunale al servizio della totalità o quasi della popolazione appare complessa e, soprattutto, costosa, come del resto evidenziato anche dal Piano Ottimale di Utilizzazione delle Risorse Idriche del 1987.

1.3.8 Prelievi "acquedottistici" per sottobacino e per corpo idrico sotterraneo

In Tab. 42 sono riepilogate le caratteristiche più salienti riguardo il servizio di acquedotto nella situazione attuale (riferita agli anni 2000-2001). La tabella si propone di fornire un quadro completo riguardo i prelievi e i consumi alle utenze, sia con riferimento alle forniture di aziende acquedottistiche che per quanto riguarda gli approvvigionamenti autonomi o relativi a piccoli acquedotti rurali.

Non essendo disponibili dati completi, le grandezze indicate nella tabella sono in parte frutto di stime, e quindi caratterizzate da non trascurabili margini di incertezza.

In particolare, sono stati utilizzati tutti i dati relativi a popolazione residente e popolazione servita e ai prelievi per fonte di approvvigionamento disponibili per l'intero territorio regionale, nonché i dati relativi a volumi immessi in rete, volumi erogati e perdite in rete, disponibili per alcuni comuni.

Le "dotazioni alle utenze", per i comuni di cui si disponeva di dati relativi ai volumi erogati, sono state calcolate considerando i residenti serviti in base ai dati ISTAT del 2001; per i comuni di cui non si conosceva il volume erogato sono state stimate sulla base di quelle calcolate per comuni con simili caratteristiche.

Dalle "dotazioni alle utenze" per comune è stato stimato il volume complessivamente erogato a scala regionale.

Le perdite in rete per comune sono state calcolate come rapporto tra volumi erogati e volumi immessi in rete per i comuni in cui si dispone di questi dati; per gli altri sono state assegnate perdite analoghe a quelle calcolate per comuni con simili caratteristiche di popolazione e di infrastruttura acquedottistica. Sono quindi stati stimati i volumi totali immessi in rete.

Il volume dell'approvvigionamento autonomo è stato stimato moltiplicando i residenti non serviti di ogni comune per un volume pari alla "dotazione alle utenze" dello stesso comune.

I prelievi per l'approvvigionamento delle reti acquedottistiche per fonte, infine, sono stati calcolati in base all'archivio dei punti di prelievo georeferenziati contenente i dati forniti dagli A.A.T.O..

Tab. 42 - Sintesi delle caratteristiche del servizio di acquedotto alla situazione attuale

ATO	ATO1	ATO2	ATO3	Totale	Perugia	Terni
Residenti	457006	217581	151239	825826	605950	219876
Serviti	409326	211973	147438	768738	554839	213899
Erogati (Mm³/anno)	33.0	19.2	15.4	67.6	48.3	19.3
Dotazione alle utenze (l/residente servito/giorno)	221	249	286	241	238	248
Immessi in rete (Mm ³ /anno)	59.3	31.5	30.6	121.3	89.9	31.5
Perdite percentuali	44%	39%	50%	44%	46%	39%
Dotazione al lordo delle perdite (l/residente servito/giorno)	397	407	568	432	444	403
Totale prelievi (nella regione) (Mm ³ /anno)	48.1	26.1	41.4	115.6	89.5	26.1
da pozzi	35.8	18.2	6.4	60.4	42.2	18.2
da sorgenti	10.7	7.8	34.7	53.3	45.3	8.0
da acque superficiali	1.6	0.0	0.2	1.9	1.8	0.0
trasferimenti interni regione	11.1 da ATO3	0.0	11.1 a ATO1	-	-	-
Prelievi extra regione	0	5.4	0.4	5.8	0.4	5.4
Approvvigionamenti autonomi (Mm ³ /anno)	3.5	0.4	0.3	4.2	3.8	0.5
Totale volume idrico utilizzato a scopi civili lordo (Mm³/anno)	62.7	31.9	30.9	125.6	93.7	31.9

Fonte: Piano Regolatore Regionale degli Acquedotti (P.R.R.A.), Regione Umbria, 2002

Nelle Tab. 43 e Tab. 44 sono riepilogati i prelievi connessi al sistema acquedottistico per sottobacino, per Unità di Gestione e per corpo idrico sotterraneo. I prelievi connessi agli approvvigionamenti autonomi, valutati complessivamente in poco più di 4 Mm³/anno vengono considerati nel paragrafo 1.6 "Altri usi" unitamente ai prelievi per il settore zootecnico.

Dall'esame delle tabelle si può osservare come le fonti privilegiate per l'approvvigionamento degli acquedotti siano le acque sotterranee mentre i volumi prelevati da acque superficiali sono molto limitati. E' necessario sottolineare che la stima, basata sui dati 2000-2001, include i volumi prelevati dal Lago Trasimeno per l'alimentazione dell'acquedotto di Castiglione del Lago, la recente sostituzione di questa fonte a seguito dell'allaccio al sistema acquedottistico del perugino rende i prelievi da fonti superficiali del tutto trascurabili.

Per quanto riguarda le acque sotterranee, i volumi prelevati dagli acquiferi alluvionali sono complessivamente poco inferiori a quelli prelevati dagli acquiferi carbonatici, non trascurabili inoltre sono i volumi prelevati da corpi idrici minori (Tab. 44).

Tab. 43 - Sintesi dei prelievi attuali (anni 2000-2001) connessi al sistema acquedottistico ripartiti per sottobacino e Unità di Gestione (Mm³/anno)

Prelievi per Sottobacino			Prelievi per Unità di Gestione		
Sottobacino	Totali	di cui di acque superficiali	Unità di Gestione	Totali	di cui di acque superficiali
Alto Tevere	9,8	~	Tevere da M.te Fumaiolo a S. Lucia	4,5	~
			Tevere da S. Lucia a Chiascio	5,3	~
Medio Tevere	6,8	~	Tevere da Chiascio a Nestore	1,2	~
			Tevere da Nestore a Paglia	5,6	~
Basso Tevere	1,8	~	Tevere da Paglia a Nera	1,5	~
			Tevere da Nera ad Aniene	0,3	~
Chiascio	20,3	~	Chiascio	20,3	~
Topino Marroggia	38,1	~	Topino Marroggia	38,1	~
Trasimeno	2,1	1,6	Trasimeno	2,1	1,6
Nestore	2,4	~	Nestore	2,4	~
Paglia	5,6	~	Paglia	4,3	~
			Chiani	1,3	~
Nera	33,5	0,2	Nera fino al velino	18,6	0,2
			Nera da Velino a confluenza Tevere	14,9	~
Altri	1	~	Altri bacini (Arno e T.A.M.A.)	1,0	~
	121,4		Totale	121,4	~ 2
			Extraregione	6	~

~: quantitativi ritenuti trascurabili (stimati in meno di 0,05 Mm³/anno)

Fonte: Piano Regolatore Regionale degli Acquedotti (P.R.R.A.), Regione Umbria, 2002

Tab. 44 - Sintesi dei prelievi attuali di acque sotterranee per i principali corpi idrici connessi al sistema acquedottistico (Mm³/anno)

Tipo acquifero	Prelievo	Acquifero	Prelievo
Alluvionale	41,3	Alta valle Tevere	4,1
		Conca Eugubina	2,6
		Conca Ternana	10,9
		Media Valle Tevere Nord	~
		Media Valle Tevere Sud	1,4
		Valle Umbra e artesiano Cannara	22,3
Carbonatico	54,3	Monte Cucco	8,3
		Monti della Valnerina	15,3
		Monti delle Valli del Topino e Menotre	24,9
		Monti di Gubbio	3,0
		Monti di Narni e d'Amelia	0,1
		Monti Martani	2,7
Vulcanico	4,1	Vulcanico Orvietano	4,1
Altri	14,2	Acquiferi minori	14,2
Totale	114		114

Fonte: Piano Regolatore Regionale degli Acquedotti (P.R.R.A.), Regione Umbria, 2002

1.4 L'irrigazione in Umbria

1.4.1 Evoluzione dell'irrigazione sul territorio umbro all'anno 2000 (ISTAT '01)

La fonte principale di informazioni relative al settore irriguo è fornita dai Censimenti ISTAT. La Tab. 45 presenta l'evoluzione del settore irriguo in Umbria negli anni recenti (censimenti 1982, 1990 e 2000).

A livello regionale, a fronte di un calo generalizzato e regolare della superficie agricola utilizzata (SAU) di circa il 13% dal 1982 al 2000, con un calo del numero delle "aziende con coltivazioni" del 9%, si evidenzia nel complesso una crescita delle aziende che praticano l'irrigazione, anche se il dato apparirebbe in controtendenza nel solo ultimo decennio. Tale fenomeno è legato all'andamento delle colture "irrigue", a livello regionale. Infatti mais, barbabietola da zucchero, piante industriali e ortive sono cresciute complessivamente del 43% dal 1982 al 2000 in termini di superficie, anche se con un calo parziale del 3% nel decennio '90-'00. Per quanto riguarda la superficie irrigata censita, essa è cresciuta a livello regionale del 14% dall'82 al '90, mentre appare in riduzione del 18% dal '90 al 2000, quindi con un dato complessivo '82-'00 di meno 4%.

Per quanto riguarda le fonti di approvvigionamento, diminuisce sicuramente l'impiego di acque superficiali fluenti, mentre crescono gli utilizzi di acque invasate (da accumuli) e cresce in modo significativo l'impiego di altre fonti di approvvigionamento, rappresentate principalmente da pozzi.

In relazione alle tecniche irrigue, si riducono drasticamente quelle più dispendiose rappresentate da scorrimento superficiale e infiltrazione laterale, mentre aumentano in proporzione quelle ad aspersione e a goccia, a maggiore rendimento idrico.

Occorre evidenziare che, nel periodo '82-'00, la variazione del numero delle aziende irrigue è positiva e risulta peraltro in crescita la superficie delle colture a maggiore vocazione irrigua (+15%), mentre appare in calo la superficie irrigata nel periodo '90-'00; si evidenzia quindi che l'irrigato censito da ISTAT per l'anno 2000 potrebbe essere parzialmente sottostimato.

Tab. 45 - Variazione 1982-2000 di alcune grandezze significative relative al settore irriguo

Parametro	Censimento			Variazione	
	2000	1990	1982	'82-'00	'90-'00
Perugia					
Superficie agricola utilizzata – SAU (ha)	280.530	305.164	322.294	-13%	-8%
SAU irrigata (ha)	29.157	34.378	29.496	-1%	-15%
<u>Aziende:</u>					
- agricole con coltivazioni (n.)	37.663	39.279	41.311	-9%	-4%
- con irrigazione (n.)	8.552	10.760	8.021	7%	-21%
- con approvvigionamento da acque superficiali (n.)	1.834	2.861	2.514	-27%	-36%
- con approvvigionamento da accumuli (n.)	1.403	1.819	1.160	21%	-23%
- con altri approvvigionamenti – principalmente pozzi (n.)	6.225	5.820	3.887	60%	7%
- con scorrimento superficiale e infiltrazione laterale (n.)	3.600	4.632	4.846	-26%	-22%
- con aspersione o goccia (n.)	5.379	6.971	4.219	27%	-23%
Terni					
Superficie agricola utilizzata – SAU (ha)	86.611	91.021	95.957	-10%	-5%
SAU irrigata (ha)	2.960	3.771	3.935	-25%	-21%
<u>Aziende:</u>					
- agricole con coltivazioni (n.)	18.619	18.595	18.921	-2%	0%
- con irrigazione (n.)	2.669	2.867	2.026	32%	-7%
- con approvvigionamento da acque superficiali (n.)	687	1.001	678	1%	-31%
- con approvvigionamento da accumuli (n.)	114	75	86	33%	52%
- con altri approvvigionamenti – principalmente pozzi (n.)	1.957	1.442	756	159%	36%

Parametro	Censimento			Variazione	
	2000	1990	1982	'82-'00	'90-'00
- con scorrimento superficiale e infiltrazione laterale (n.)	1.489	1.678	1.353	10%	-11%
- con aspersione o goccia (n.)	1.222	1.275	735	66%	-4%

Fonte: ISTAT: Censimenti dell'Agricoltura anni 1982, 1990, 2000

1.4.2 Schematizzazione irrigua regionale

1.4.2.1 Schema generale

Per la stima dei volumi idrici complessivi prelevati dalle acque superficiali e sotterranee per uso irriguo, è stata messa a punto una schematizzazione irrigua a livello regionale basata su tutte le informazioni disponibili per il settore. Tra queste le fonti più importanti sono rappresentate dai dati del Censimento ISTAT a scala comunale relativi a superfici colturali adacquate, fonti di approvvigionamento e tecniche irrigue, dai dati sui deflussi estivi superficiali, sugli areali vallivi irrigabili e sulle zone servite da impianti irrigui consortili.

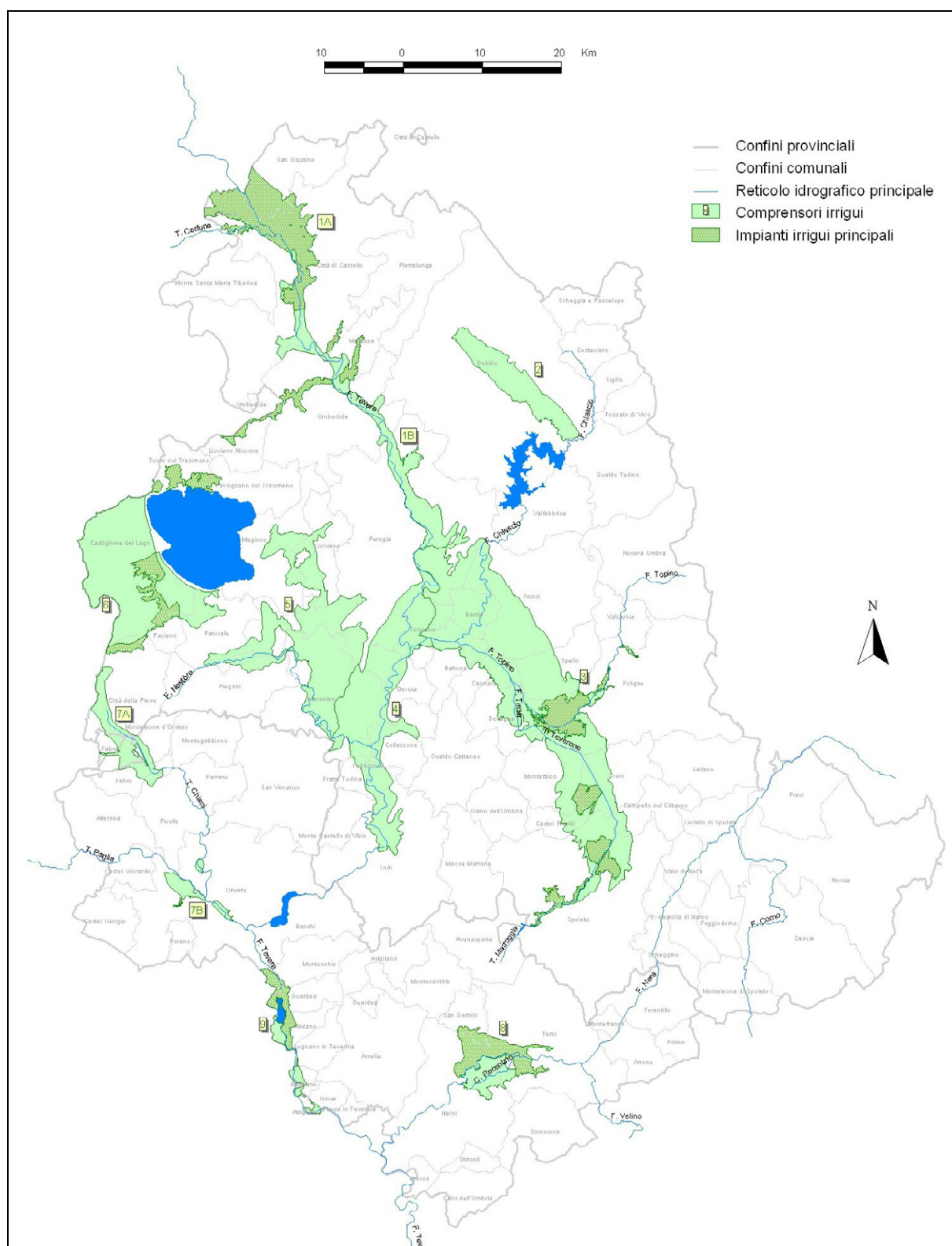
Per areali vallivi irrigabili si intendono le porzioni del territorio regionale individuate come "Comprensori Irrigui" nell'ambito del "Piano Ottimale di Utilizzazione delle Risorse Idriche" (Regione dell'Umbria, 1989) e più recentemente ripresi, come superficie irrigabile di riferimento, nello Studio Tecnico Economico per la realizzazione del Piano Regionale per l'Irrigazione nella Regione Umbria (Regione dell'Umbria e Università degli Studi di Perugia, 2000) (Fig. 41).

Si evidenzia come la valutazione dei prelievi attuali di acque superficiali e sotterranee ad uso irriguo utilizzi in misura sostanziale l'unica base-dati di dettaglio disponibile e già utilizzata nel par. 1.1 di questa Sezione: il V Censimento generale dell'Agricoltura (ISTAT 2000).

Parte dei Comprensori Irrigui è sottesa da impianti distributivi correlabili ad una fonte di prelievo superficiale, le aree non servite in forma consortile si approvvigionano autonomamente da corsi d'acqua, laghetti collinari e acquiferi sotterranei.

Partendo dai dati a scala comunale relativi a superfici irrigue, dotazioni di base delle colture irrigue presenti, sistemi di adacquamento, permeabilità dei suoli, pluviometria, disponibilità di acqua, etc., per ogni areale correlabile ad una fonte superficiale, sono stati stimati i volumi complessivi richiesti.

Questi volumi, integrati con le perdite stimate per le reti adduttrici, vengono riferiti alla relativa fonte di prelievo e distribuiti percentualmente sui diversi mesi di utilizzo. Il raffronto tra i deflussi mensili in transito (stimati al netto dei picchi non utilizzabili) e le portate di prelievo così stimate, dà luogo, soprattutto nei mesi di luglio e agosto, a possibili condizioni di deficit, cioè di non integrale soddisfacimento della domanda. Di tale deficit viene stimata l'entità. Nei volumi di acque superficiali utilizzabili sono considerati anche gli apporti utili dei serbatoi e laghetti collinari esistenti. I volumi di deficit, depurati delle perdite di rete, costituiscono i quantitativi che, per una accettabile redditività delle colture presenti, dovrebbero essere comunque reperiti, traendoli, per quanto possibile, dalle falde; la frazione non traibile rappresenta possibili sofferenze delle colture. La somma tra i quantitativi così stimati e il volume idrico complessivo richiesto dalle aziende che non sono approvvigionabili (o non si approvvigionano) dai Consorzi o Enti irrigui, né da fonti superficiali, costituisce il volume stimato per l'approvvigionamento da acque sotterranee.



Nella schematizzazione regionale, l'elaborazione di tutte le informazioni avviene a livello comunale, le risultanze sono invece fornite sulla base dei nove comprensori, dei quali due sono suddivisi a loro volta in 2 parti. Rispetto alla perimetrazione degli 11 areali irrigui, esistono in regione altre zone vallive sulle quali è praticata in maniera apprezzabile l'irrigazione. Si evidenzia ad esempio che i comuni di Gualdo Cattaneo, Massa Martana, Monte S. Maria Tiberina, Norcia, S. Anatolia di Narco, Amelia e Stroncone, pur essendo esterni ai comprensori definiti, presentano quasi 1000 ha irrigati all'anno 2000 (ISTAT, 2000).

Tab. 46 - Comprensori irrigui, areali irrigui esterni e aggregazioni assunte

Comprensori	Zonizzazione	Superficie territoriale (ha)
1.A	Alta valle del Tevere – Tratto a nord	8.748
1.B	Alta valle del Tevere – Tratto a sud	8.934
2	Altopiano Eugubino (T. Saonda e Chiascio)	5.431
3	Valle Umbra (T. Maroggia, Chiascio, Topino)	39.583
4	Media valle del Tevere	16.703
5	Valli del Genna, Caina e Nestore	16.536
6	Zone prospicienti il Trasimeno	18.553
7.A	Chiana Romana (valle del T. Chiani)	3.599
7.B	Piana Orvietana (valle del T. Paglia)	1.184
8	Conca Ternana (T. Nera)	5.302
9	Bassa valle del Tevere umbro	2.315
Totale comprensori		126.888
Areali sterminati ai comprensori di PG	Princ. Comuni di Gualdo Cattaneo, Massa Martana, Monte S. M. Tiberina, Norcia e S. Anatolia di Narco	
Areali esterni ai comprensori di TR	Princ. Comuni di Amelia, Avigliano Umbro e Stroncone	

Fonte: ARPA Umbria

Tab. 47 - Dati principali derivanti dal Censimento ISTAT '00 elaborati per Comprensorio Irriguo

AREALI	Superficie irrigabile ISTAT (ha)	Superfici ISTAT									
		Colture irrigate		Tecniche irrigue				Fonti di approvvigionamento			
		totale (ha)	di cui mais (ha)	ad aspersione (ha)	a scorr. superf.+ infiltr.lat. (ha)	a goccia+ microir_rigazione (ha)	altro (ha)	da fonte superfic. (ha)	da fonte sotterr. (ha)	da altra fonte (ha)	da più fonti (ha)
1A	8247	4451	823	4291	82	43	39	1481	848	327	1794
1B	7738	3400	824	3087	168	159	11	1754	252	29	1366
2	1950	513	238	505	2	5	0	377	85	5	46
3	18323	8609	3506	6925	1375	439	93	2207	3289	472	2641
4	9484	4921	1255	4280	349	310	2	1833	784	70	2234
5	6099	3017	1090	2503	341	190	51	1373	450	45	1149
6	5845	2967	1194	2445	119	441	17	1819	97	214	836
7a	1090	454	166	416	4	23	12	123	46	24	261
7b	871	362	58	286	73	12	0	265	50	17	31
8	2309	1614	522	1344	192	87	1	680	547	259	128
9	1251	353	96	297	27	25	15	203	37	10	103
Totale comprensori	63206	30661	9770	26378	2733	1734	241	12115	6486	1472	10588
Esterno comprens. PG	2233	1009	319	940	51	21	0	490	231	22	267
Esterno comprens. TR	1489	447	105	383	36	26	5	175	206	4	62
TOTALE	66927	32117	10195	27701	2820	1781	246	12779	6924	1498	10917
Totale PG	60258	29157	9342	25226	2492	1614	224	11399	6044	1208	10505
Totale TR	6669	2960	852	2475	329	167	22	1379	879	290	412

N.B. La circostanza che la somma delle superfici irrigate connesse alle diverse tecniche sia leggermente diversa dalla somma delle superfici legate alle diverse fonti, nonché ancora alle superfici delle colture irrigate, non è dovuta ad errori computazionali ma ad una non perfetta congruenza dei dati di base del Censimento ISTAT

Fonte: Censimento dell'agricoltura ISTAT, 2000

1.4.2.2 Superfici irrigate

Il dato ISTAT sulle superfici "irrigate" è da molti ritenuto sottostimato, in relazione al fatto che non comprende superfici irrigate solo occasionalmente in situazioni di emergenza, nonché le aree non dichiarate nel censimento in quanto connesse alla presenza di attingimenti abusivi, soprattutto da pozzi. Peraltro si è già evidenziata una parziale incongruenza nelle superfici irrigate ISTAT, risultando nel periodo '82-'00 il numero delle aziende irrigue e le colture maggiormente idroesigenti in aumento, mentre le superfici irrigate sono dichiarate in diminuzione.

Per tenere conto di questo aspetto, si è partiti dal confronto dei dati comunali con i dati relativi alle aree territoriali irrigue correlabili alle diverse fonti superficiali tratte dallo "Studio Tecnico Economico per la Realizzazione del Piano Regionale per l'Irrigazione nella Regione Umbria".

La perimetrazione degli areali irrigabili dei 9 comprensori con delimitazione delle zone consorziali con impianti, è stata sovrapposta alle superfici comunali; in questo modo è stato possibile riportare le superfici irrigabili territoriali dei Comprensori a scala comunale; i dati così ottenuti sono stati moltiplicati per un coefficiente di parzializzazione fornito per comprensorio nello studio sopra citato, ottenuto quale rapporto tra "superficie teorica irrigabile" e superficie irrigabile territoriale, pervenendo, a livello comunale appunto, ad una stima della "superficie teorica irrigabile".

Si è quindi passati dalla "superficie teorica irrigabile" ad una "superficie irrigabile" tipo ISTAT, cioè quella che dispone delle infrastrutture (canali, canalette, condotte, sistemi di adacquamento) idonea a potere essere irrigata, considerando un ulteriore coefficiente di adeguamento pari mediamente al 69%; tale percentuale è maggiore per i comuni interessati da areali serviti da impianti irrigui, ed è minore per gli altri comuni.

Si è infine passati dalla nuova "superficie irrigabile" a quella "irrigata", assumendo valido a questo punto il rapporto tra queste due grandezze, dedotto dai dati ISTAT a scala comunale.

La superficie "irrigata" così ottenuta per comune è stata confrontata con la superficie "irrigata" ISTAT. Nel caso in cui quest'ultima era superiore alla superficie "irrigata" stimata è stata adottata la superficie ISTAT. Questo si verifica nei Comuni che non sono interessati dai Comprensori, o lo sono solo marginalmente. Negli altri casi è stata adottata quella stimata partendo dalla cartografia dei Comprensori. La Tab. 48 raccoglie, con aggregazione comprensoriale e provinciale, i principali elementi dedotti. A livello regionale si perviene ad una stima, per la superficie mediamente irrigata allo stato attuale, di 38.440 ha con un incremento di quasi il 20% rispetto al dato ISTAT (32.117 ha). Tale superficie può essere considerata reale, al più in eccesso, quindi a favore della sicurezza in termini di volumi idrici effettivamente impiegati.

Tab. 48 - Stima degli areali irrigabili e irrigati relativi agli impianti consortili e ai prelievi autonomi dalle fonti superficiali e sotterranee

	Fonti superficiali principali	Areali territoriali irrigabili nei comprensori (ha)				Areali irrigati (ha)			
		Impianti		Autonomi	Totali	Impianti	Autonomi		Totale
		a pioggia	a scorrimento				superficiali	da falde	
1.A	Tevere	6760	0	1974	8734	3880	0	571	4451
1.B	Tevere	4335	0	4516	8851	2448	593	421	3462
2	Saonda-Chiasco	0	0	5384	5384	0	452	136	588
3	Maroggia-Chiasco-Topino	5364	1427	32706	39497	2936	2153	4779	9868
4	Tevere	0	0	16755	16755	0	3346	1951	5297
5	Genna-Caina-Nestore	0	0	16666	16666	0	2541	1211	3752
6	Trasimeno	3630	0	14922	18552	1552	3335	267	5154
7.A	Chiani	377	0	3223	3600	161	706	279	1146
7.B	Paglia	150	0	1030	1180	65	167	130	362
8	Nera	1704	1570	2028	5302	1643	0	536	2179
9	Tevere	1358	0	962	2319	575	17	139	731
Totale comprensori		23679	2997	100165	126841	13259	13310	10420	36989
<i>Esterno comprensori PG</i>		-	-	-	-	0	669	340	1009
<i>Esterno comprensori TR</i>		-	-	-	-	0	201	246	447
TOTALE REGIONALE		23679	2997	100165	126841	13259	14180	11006	38445
<i>Totale PG</i>		20324	1427	94826	116576	10966	13676	9887	34529
<i>Totale TR</i>		3355	1570	5339	10265	2293	504	1119	3916

Fonte: ARPA Umbria

1.4.2.3 Sistemi irrigui e fonti di approvvigionamento

Elaborando i dati relativi alle superfici comunali irrigate, a quelle servite da impianti consortili, alle superfici connesse a diversi tipi di fonti di approvvigionamento (Censimento ISTAT), ai prelievi autorizzati per uso irriguo per fonte di approvvigionamento, sono state separate le superfici colturali mediamente irrigate sottese da impianti consortili da quelle che risultano utilizzare solo fonti autonome, a loro volta suddivise in acque superficiali e sotterranee.

In particolare, la valutazione delle aree comunali irrigate in modo autonomo attraverso emungimenti da acque sotterranee è avvenuta considerando valido il rapporto, a livello comunale, tra le superfici irrigate "da acque sotterranee" e la somma delle superfici "da acquedotto", "da corsi d'acqua superficiali", "da laghi naturali e laghetti artificiali", "da impianto di depurazione" e "da raccolta acque pluviali" fornito da ISTAT.

Per la porzione irrigata da fonti superficiali, per ogni comune, sono state distinte le aree irrigate con prelievo autonomo da quelle, se presenti, interessate da impianti consortili.

In Tab. 49 vengono forniti in modo sintetico, per ogni comprensorio, le superfici irrigate dedotte dalle domande di attingimento relative al territorio del comprensorio o immediatamente prossimo, nonché le superfici irrigate ottenute effettuando una stima dai dati delle concessioni attive; sono inoltre indicate le relative fonti di prelievo superficiali principali.

Il totale regionale di superficie irrigata con acque superficiali desunta dai dati relativi alle autorizzazioni è pari a circa 24.200 ha, il 12% in meno di quanto precedentemente stimato (Tab. 48) come superficie irrigata reale.

Tab. 49 - Stima delle superfici irrigate da fonti idriche superficiali tratte da concessioni e attingimenti e aste idrografiche interessate dal prelievo

	Fonti superficiali principali	Superfici irrigate (ha)			Altre fonti superficiali significative su aste circostanti
		da domande di atting.	da stime su concess.	Totale	
1.A	Tevere	1147	324	1471	Lama, Regnano, Soara, Montione, Cerfone, Scarzola
1.B	Tevere	1682	815	2497	Carpina, Carpinella, Niccone, Assino, Minima, Nestore, Valcaprara, Aggia
2	Saonda	197	209	406	Assino, Chiascio, Rasina
3	Maroggia-Chiascio-Topino	2460	1354	3814	Menotre, Clitunno, Ose, Timia, Alveolo, Fiumicella, Maceratoio
4	Tevere	3023	495	3518	Naia
5	Genna-Caina-Nestore	1628	349	1977	Fersinone
6	Trasimeno	1088	488	1576	Paganico
7.A	Chiani	54	195	249	Argento, Fossalto
7.B	Paglia	263	344	607	
8	Nera	59	4253	4313	Campiano, Pozzo, Sordo, Vigi, Pescia
9	Tevere	167	113	280	Naja
Totale compresori		11768	8939	20708	
Esterno compresori PG		360	1747	2107	
Esterno compresori TR		122	1220	1341	
TOTALE REGIONALE		12250	11906	24156	
Totale PG		11620	5846	17466	
Totale TR		630	6060	6690	

Fonte: ARPA Umbria

1.4.2.4 Dotazioni irrigue

Dai dati forniti dal Censimento ISTAT '00 sono state estratte, per comune, le superfici irrigate dei principali gruppi colturali; per ciascun gruppo colturale è stata stimata una idonea dotazione unitaria di base richiesta "alla coltura" utilizzando non le dotazioni ottimali delle diverse colture (vedi par.1.1 della corrente Sezione) ma il loro 85%, allo scopo di tenere conto dei valori reali di prelievo irriguo. Ciò è legato in parte alla scarsità di risorsa, ma soprattutto all'esigenza di contenere i costi di irrigazione, in particolare nel caso di utilizzo del metodo ad aspersione, anche accettando livelli di produzione inferiori a quelli ottimali.

Da questi dati, attraverso una media pesata, sono state definite le dotazioni medie teoriche comunali "alla coltura". Si è provveduto quindi a stimare da queste la richiesta irrigua comunale unitaria all'azienda, attraverso l'introduzione di opportuni coefficienti moltiplicativi che tengono conto di:

- caratteristiche dei suoli: per permeabilità del suolo da media a molto elevata coefficienti variabili da 1.0 a 1.2, risultando la quasi totalità delle aree irrigue in zone vallive alluvionali relativamente recenti, con i valori minori nelle zone del Trasimeno e del Genna-Caina-Nestore;
- apporto medio dalle precipitazioni: coefficienti variabili tra 0.66 e 1.36, intesi come rapporto tra pioggia media regionale delle fasce vallive e pioggia media dei comuni interessati dai Compresori irrigui; le piogge considerate sono quelle medie del periodo 1994-'01;
- disponibilità di risorsa: per disponibilità della risorsa elevata o media, rispettivamente 1.15 e 1.0;
- metodi di irrigazione: per irrigazione ad aspersione 1.25, a scorrimento e infiltrazione laterale 1.60, a microirrigazione e a goccia 1.12; non è considerato il caso della sommersione, in quanto dall'ultimo censimento appare non più praticata.

In caso di approvvigionamento da acque sotterranee non è stato applicato il coefficiente relativo alla disponibilità di risorsa, ovvero si è ritenuto che non sussistano limitazioni legate a questo fattore. Per quanto riguarda i metodi di irrigazione si è considerato sempre il coefficiente dell'aspersione.

Per questi motivi le dotazioni reali all'azienda vengono differenziate a seconda che la fonte di prelievo sia un corpo idrico superficiale o sotterraneo.

I coefficienti utilizzati in questa analisi, sono tratti dalla schematizzazione irrigua implementata per la regione Emilia-Romagna e derivano, oltre che dalla letteratura di settore, dalla taratura complessiva effettuata, per quella realtà regionale, utilizzando le informazioni sui prelievi a uso irriguo. Il reperimento di un sufficiente numero di dati relativi ai prelievi irrigui, anche per la Regione Umbria, potrà consentire in futuro di tarare meglio la schematizzazione predisposta.

Le caratteristiche comunali di permeabilità dei suoli dovrebbero essere dedotte da una “carta regionale dei suoli” (Carta pedologica), utilizzando le informazioni areali relative agli aspetti di tessitura del suolo, di sedimento sottostante e di disponibilità di ossigeno (quest'ultimo influisce sulla velocità di rimozione dell'acqua dal terreno); la non disponibilità di tale elaborato ha fatto sì che la permeabilità sia stata stimata, per ogni comprensorio irriguo, sulla base di una analisi qualitativa della Carta Geologica Numerica della regione.

Tutti i fattori che intervengono a produrre una differenza tra dotazioni medie teoriche “alla coltura” e dotazioni reali all'azienda sono sintetizzati nella “efficienza di adacquamento”.

Per definire il concetto di efficienza di adacquamento, il rendimento complessivo del sistema irriguo è stato suddiviso in un “rendimento della rete consorziale”, o comunque di adduzione, e un “rendimento legato alle perdite aziendali”. Quest'ultimo ingloba le perdite della rete interna alle aziende, quelle per evaporazione diretta durante l'irrigazione, quelle per infiltrazione verso strati inattivi, nonché i cosiddetti “scoli”.

I dati a scala comunale sono stati rielaborati a scala di comprensorio. In Tab. 54 vengono presentate, per ciascun comprensorio, le dotazioni medie “alla coltura” (colonna “C”) e “all'azienda” nei due casi di fonti superficiali e sotterranee (colonne “D” e “E”).

1.4.2.5 Volumi irrigui richiesti alla fonte superficiale

Il prodotto tra le superfici comunali irrigate e le dotazioni medie comunali “all'azienda”, differenziate a seconda che si tratti di approvvigionamenti autonomi superficiali o sotterranei o di areali di impianto consortili, fornisce i volumi comunali richiesti “all'azienda”.

Relativamente agli impieghi dalla fonte superficiale, viene stimato il volume complessivo di acque da fonte superficiale richiesto all'azienda. Il dato elaborato a scala di comprensorio è riportato in Tab. 54 colonna “F”.

In colonna “I” della stessa tabella vengono forniti i corrispondenti “volumi richiesti alla fonte superficiale” ottenuti integrando i volumi aziendali in modo da tenere conto delle “perdite” nelle singole reti di adduzione/distribuzione (“rendimento della rete consorziale”), rappresentate dai volumi persi per riempimento o flusso continuo nei canali, infiltrazione, necessità igienico-sanitarie etc.. Tali “perdite” vengono stimate sulla base dei dati disponibili per le adduzioni irrigue e quindi corrette in fase di taratura del modello nei casi in cui risultano disponibili misure reali.

Relativamente alle dispersioni, a livello comprensoriale, si stima che la percentuale che raggiunge l'azienda vari mediamente dal 65% all'85%, a seconda della complessità della rete, della sua estensione, delle caratteristiche e tipologie delle canalizzazioni principali e secondarie e delle sue modalità di gestione (Tab. 54, colonna “H”).

I valori dei coefficienti utilizzati dipendono sia da informazioni contenute nei dati di concessione, sia dall'azione di taratura complessiva del modello, che ha teso a riprodurre i volumi irrigui medi prelevati da acque superficiali, per le fonti per cui essi erano mediamente noti.

Il volume di prelievo richiesto alla fonte superficiale a scala annua, è stato distribuito a scala mensile introducendo percentuali di utilizzo dell'1% in aprile, del 7% in maggio, del 28% in giugno, del 36% in luglio, del 24% in agosto e del 4% in settembre.

Si è inoltre assunto un numero di giorni irrigui annui, nei quali vengono effettuati prelievi dai corsi d'acqua, pari in media a 88, di cui 3 in aprile, 13 in maggio, 20 in giugno, 26 in luglio, 22 in agosto e 4 in settembre.

Tali valori sono tratti dalla documentazione di settore disponibile e da dati noti forniti dai Consorzi di Bonifica e Irrigazione.

1.4.2.6 Volumi irrigui disponibili dalle fonti superficiali

Per quanto riguarda il comprensorio n.8 e il comprensorio n.9, si formula l'ipotesi che non sussistano problemi di ordine quantitativo legati alla disponibilità dell'approvvigionamento, visti i rilevanti deflussi del fiume Nera, per il primo, e del fiume Tevere, per il secondo, anche durante i mesi estivi più siccitosi.

La stessa assunzione viene fatta per il comprensorio n. 6 che si rifornisce quasi esclusivamente dal Lago Trasimeno; anche se qui esistono preoccupazioni legate all'eccessivo sfruttamento idrico del lago e quindi ai relativi livelli, mediamente in diminuzione. Questa assunzione risulta in effetti valida solo fino al raggiungimento dei livelli di divieto previsti dalla normativa vigente. Il progressivo abbassamento dei livelli del lago registrato nell'ultimo ventennio, fino a raggiungere valori di allarme a

seguito della crisi idrica che ha colpito la regione Umbria negli anni recenti, ha condotto all'emanazione di specifiche norme che prevedono la limitazione fino alla sospensione dei prelievi in relazione ai livelli idrometrici registrati (Piano Stralcio Trasimeno, art. 18 – Autorità Bacino Fiume Tevere).

Per gli altri comprensori, la disponibilità della risorsa è stata valutata considerando i deflussi medi mensili nel periodo primaverile-estivo, stimati, nella quasi totalità dei casi, dalle portate misurate in continuo nel periodo 1996-2002 nelle sezioni fluviali significative. In particolare per gli areali 1.A e 1.B sono stati assunti i deflussi estivi del Tevere a S. Lucia; per il comprensorio n. 2, il 28% dei deflussi del Chiascio a Pianello; per il comprensorio n. 3 i deflussi del Chiascio a Pianello, del Topino a Bevagna e del Marroggia ad Azzano; per il comprensorio n. 4, i deflussi del Tevere a Ponte Felcino e del Topino a Bettona; per il comprensorio n. 5, i deflussi del Nestore a Marsciano. Per il comprensorio n. 7, per il quale non si disponeva di questi dati, è stato considerato il 70% dei deflussi medi storici del Paglia a Orvieto calcolati dai dati degli annali del Servizio Idrografico.

Per la stima dei “deflussi disponibili per l'uso irriguo”, i deflussi medi dei mesi tardo primaverili-estivi sono stati ridotti, sottraendogli la frazione derivante dai picchi di portata che, oltre a non essere tecnicamente derivabile, è immediatamente successiva ad eventi di pioggia e pertanto risulta disponibile in periodi in cui vi è una contenuta necessità di prelievo.

Partendo dall'analisi dei deflussi giornalieri, pertanto, è stata stimata, per le sezioni fluviali di interesse, la frazione del deflusso “utile” per i mesi di aprile, maggio, giugno, luglio, agosto e settembre pari, in media, rispettivamente al 38%, 49%, 55%, 78%, 84% e 60% delle relative portate medie.

Ai valori di portata così calcolati è stata sottratta una ulteriore frazione di deflusso stimata come alimentazione alle falde, assunta, in mancanza di dati di dettaglio, nella misura del 20% delle portate residue ottenute. Nelle tabelle seguenti vengono presentati, per comprensorio, le portate medie dei mesi irrigui, i “deflussi disponibili”, ovvero al netto di un ipotetico valore di infiltrazione verso le falde e dei picchi di portata, e i volumi utilizzabili.

Tab. 50 -Stima dei deflussi medi disponibili per i mesi irrigui negli alvei dei corsi d'acqua di interesse (in m³/s)

Comprensori	1.B	2	3			4		5	7.B
Asta	Tevere	Saonda	Chiascio	Topino	Marroggia	Tevere	Topino	Nestore	Paglia
Toponimo	S.Lucia		Pianello	Bevagna	Azzano	P.te Felcino	Bettona	Marsciano	Orvieto
Sup. (km ²)	934	95	532	448	261	2033	1220	793	1320
Aprile	14,2	2,5	8,8	4,6	1,2	31,3	13,9	4,7	10,3
Maggio	7,7	1,3	4,7	3,2	0,6	12,0	10,6	2,3	5,0
Giugno	4,2	0,7	2,5	2,3	0,4	6,1	7,6	2,5	2,1
Luglio	2,0	0,3	0,9	1,4	0,4	3,4	4,3	1,4	1,3
Agosto	2,8	0,2	0,8	1,1	0,4	4,4	4,0	1,2	0,9
Settembre	3,2	0,3	1,1	1,6	0,5	6,1	5,8	0,9	2,2

Nota: Si è considerato il 70% del dato storico degli Annali idrologici

Fonte: ARPA Umbria

Tab. 51 - Stima dei deflussi utili al netto di un ipotetico drenaggio in falda e dei picchi non utilizzabili a fini irrigui (in m³/s)

Comprensori	1.B	2	3	4	5	7.B	Indice di infiltraz.	Indice di portata	Giorni irrigui
							in falde	utile	per mese
Aprile	4,3	0,7	4,4	13,6	1,4	3,1	0,2	0,38	3
Maggio	3,0	0,5	3,3	8,9	0,9	2,0	0,2	0,49	13
Giugno	1,9	0,3	2,3	6,0	1,1	0,9	0,2	0,55	20
Luglio	1,2	0,2	1,7	4,8	0,9	0,8	0,2	0,78	26
Agosto	1,9	0,2	1,5	5,7	0,8	0,6	0,2	0,84	22
Settembre	1,5	0,2	1,5	5,6	0,5	1,0	0,2	0,60	4

Fonte: ARPA Umbria

Tab. 52 Stima dei volumi utilizzabili nel periodo irriguo (in migliaia di m³)

Comprensori	1.B	2	3	4	5	6	7.B	8	9
Aprile	1109	194	1136	3526	365	Lago	800		
Maggio	3404	582	3721	10008	997	Trasimeno	2203	Fiume	Medio
Giugno	3198	542	4031	10452	1912		1632	Nera	corso
Luglio	2739	367	3822	10762	1912		1794	senza	del Tevere
Agosto	3578	297	2945	10741	1548		1168	problemi	senza
Settembre	532	52	531	1944	156		356	quantitativi	problemi
Totale	14.560	2034	16186	47434	6890		7954		

Fonte: ARPA Umbria

Il volume di prelievo richiesto alla fonte superficiale, distribuito, come detto sopra, sui mesi irrigui, è stato quindi confrontato, per ciascun comprensorio, con i volumi utili disponibili, negli stessi mesi, nei corsi d'acqua di riferimento.

Nella valutazione dei volumi idrici disponibili nei corsi d'acqua, durante il periodo irriguo, si è tenuto conto anche di apporti aggiuntivi connessi ai prelievi dagli invasi e dai laghetti collinari.

In particolare, per i grandi invasi sono stati considerati 8 Mm³/anno disponibili dalla diga di Montedoglio per i comprensori 1.A e 1.B, 3.2 Mm³/anno dal "Lago" di Arezzo e 0.85 Mm³/anno dal serbatoio di Acciano per il comprensorio 3.

I volumi utilizzabili provenienti da invasi di medio-piccole dimensioni, sono stati stimati ricorrendo al dato ISTAT a scala comunale relativo alle superfici con "approvvigionamento da laghi naturali e laghetti artificiali". Tali superfici sono state aggregate per comprensorio e confrontate con le superfici complessive da fonti note (escludendo quindi "più fonti"); si è applicata quindi tale percentuale ai volumi irrigui richiesti alla fonte per comprensorio. A tali volumi è stato applicato un ulteriore coefficiente riduttivo, stimato in fase di taratura complessiva della schematizzazione irrigua. Tale coefficiente viene posto pari a 0.75 per i comprensori 2, 4, 5, 7 e 8 mentre assume valori inferiori, mediamente pari a 0.55, e specifici per i comprensori 1, 3, 9, per tenere conto dei seguenti aspetti:

- le tecniche irrigue connesse ad accumuli aziendali o interaziendali di piccole-medie dimensioni sono solitamente quelle a maggiore risparmio, quindi i relativi volumi risultano proporzionalmente più contenuti;
- per i comprensori che hanno apporti anche da invasi medio grandi, tale fonte alternativa può andare ad incrementare la superficie connessa a "laghi naturali e laghetti artificiali" registrata dal censimento ISTAT

Si ottengono così i volumi aggiuntivi forniti in Tab. 53, che vanno ad incrementare le disponibilità di acque superficiali utili, con un utilizzo previsto prevalentemente nei mesi di massima carenza dei deflussi naturali rispetto alle esigenze, cioè nei mesi di giugno, luglio e agosto.

Tab. 53 - Stima parametrica dei volumi irrigui utili dagli invasi di medio-piccole dimensioni di tipo aziendale o interaziendale

Comprensori	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Totale
Volumi utili (m³*1000)	3.281	314	1.001	1.638	3105	-	620	598	153	10.709

Fonte: ARPA Umbria

Dal raffronto tra i volumi mensili disponibili negli alvei più quelli derivanti da accumuli, e quelli richiesti si evidenziano, nell'anno medio, i quantitativi prelevabili (colonna "O" di Tab. 54).

1.4.2.7 Approvvigionamenti da falde

Il prodotto tra le superfici comunali irrigate autonomamente dalla fonte sotterranea e le dotazioni medie comunali "all'azienda" fornisce i volumi comunali richiesti "all'azienda" da falde.

Il volume dei prelievi dalle falde viene ottenuto incrementando tale valore del 10% per tenere conto delle "perdite" che pur essendo inferiori a quelle ipotizzate per prelievi da acque superficiali non sono tuttavia trascurabili.

Un'ulteriore richiesta da acque sotterranee viene prevista nei casi in cui, nei terreni solitamente irrigati con acque superficiali, la differenza tra i volumi richiesti alla fonte e quelli effettivamente prelevabili evidenzia deficit di risorsa; questi volumi di deficit, al netto delle perdite di rete, sono forniti per i singoli areali nella colonna "M" di Tab. 54.

E' stata quindi stimata la frazione dei "volumi integrativi richiesti alle falde" che effettivamente può essere prelevata.

La stima è stata condotta analizzando i dati a scala comunale relativamente alle fonti di prelievo utilizzate. Si è fatta l'ipotesi che, dove gran parte delle richieste irrigue sono generalmente soddisfatte dalle falde, sicuramente devono essere presenti i pozzi che consentono i relativi prelievi, anche quelli integrativi. Nei casi in cui, invece, solo una frazione molto limitata delle esigenze irrigue non è soddisfatta da approvvigionamenti consortili o autonomi da acque superficiali, è probabile che vengano accettate situazioni di sofferenza delle colture in quanto queste determinano riduzioni nella produzione modeste.

Tale condizione è stata tradotta in espressioni numeriche semplificate, che forniscono una stima a scala comunale della frazione del deficit di acque superficiali effettivamente emungibile dalle falde, in relazione all'incidenza ISTAT della fonte sotterranea rispetto al totale (f_s); la Fig. 42 rappresenta tale relazione. Gli elementi numerici sono tratti dalla taratura condotta per la schematizzazione irrigua della Regione Emilia-Romagna.

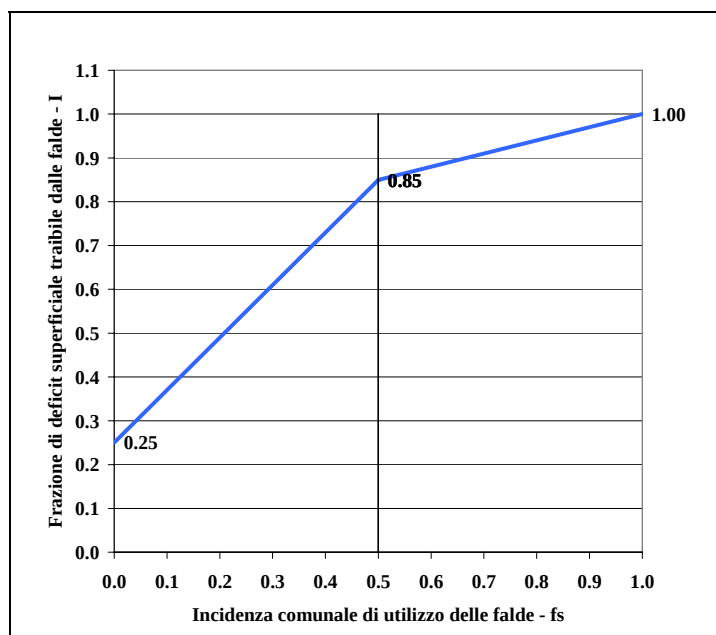


Fig. 42 - Relazione tra incidenza comunale dei prelievi da fonte sotterranea (f_s) e indice di soddisfacimento dei deficit aggiuntivi (I)

Fonte: Regione Emilia-Romagna

Sono state quindi stimati gli effettivi volumi integrativi forniti dalle falde (Tab. 54, colonna "N"), per compensare almeno parzialmente i deficit di acque superficiali.

La somma tra i quantitativi prelevati dalle falde su areali interessati da approvvigionamenti autonomi da acque sotterranee e quelli prelevati per soddisfare parzialmente i deficit da fonte superficiale (colonne "G" e "N"), fornisce la stima dei volumi di prelievo complessivo dalle falde nell'anno medio (colonna "O" di Tab. 54).

1.4.2.8 Schematizzazione irrigua: sintesi dei risultati per l'anno medio

La Fig. 43 propone uno schema sintetico del "modello irriguo" utilizzato per arrivare alla stima dei volumi prelevati dalle acque superficiali ed emunti dalle falde.

In Tab. 54 e in Fig. 44 vengono forniti i principali risultati, aggregati a scala di comprensorio, per l'anno medio attuale ottenuti con la schematizzazione irrigua predisposta.

La Fig. 44 evidenzia la richiesta aziendale connessa alla fonte superficiale, il corrispondente quantitativo necessario di prelievo al lordo delle perdite, i volumi medi effettivamente forniti, la relativa porzione stimata di provenienza da laghi-laghetti-serbatoi e l'entità degli emungimenti.

Per le acque superficiali i dati sono in buon accordo, quando disponibili, con quelli misurati o stimati dai Consorzi di Bonifica, i quali in genere confermano che una parte dei deficit da fonti superficiali, vengono effettivamente compensati con maggiori prelievi dalle falde, la restante porzione va invece a determinare una certa "sofferenza" delle colture.

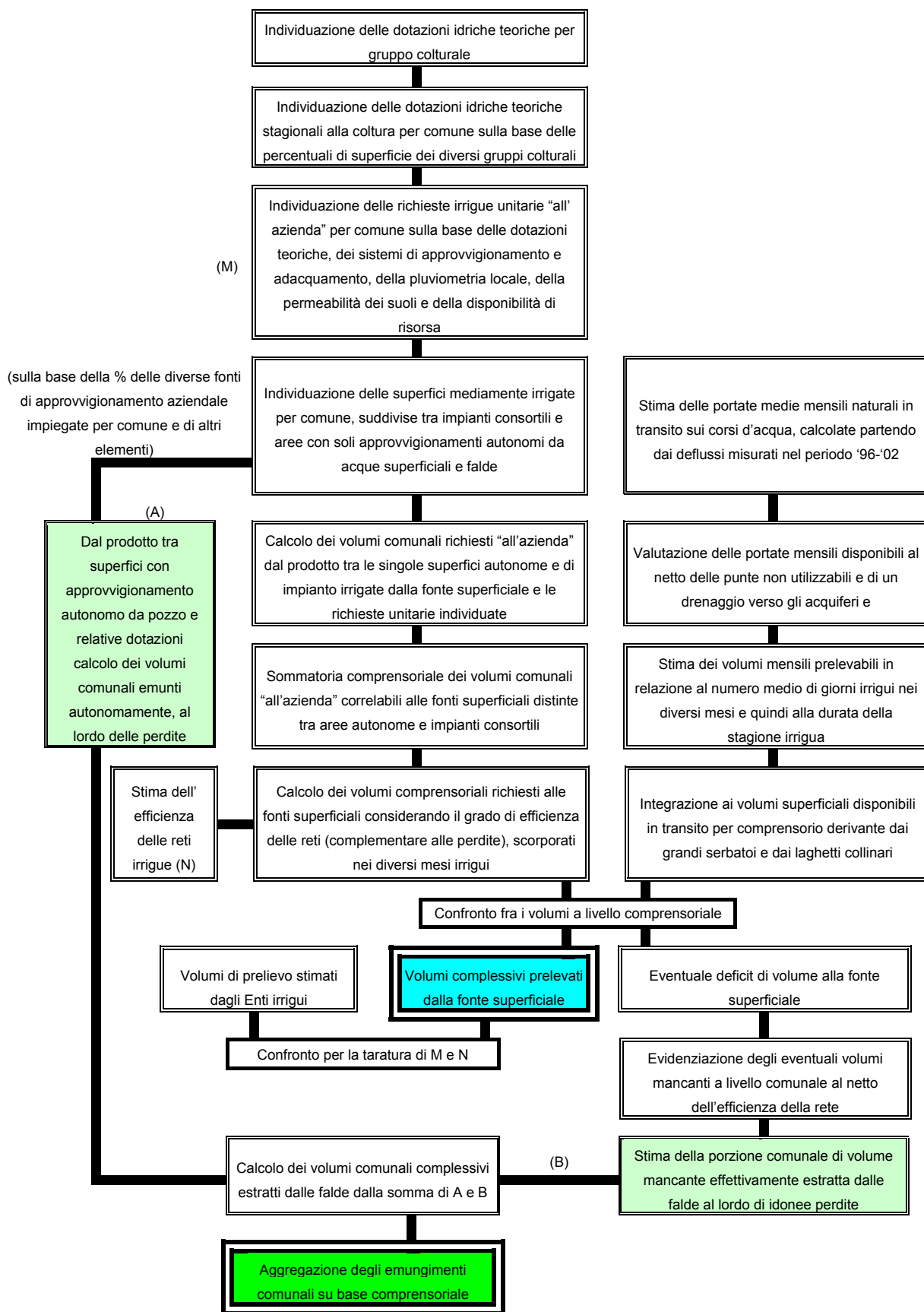


Fig. 43 - Schema concettuale del "modello irriguo" utilizzato

Fonte: ARPA Umbria

Tab. 54 - Superfici, dotazioni, rendimenti e volumi irrigui richiesti e prelevati dalle diverse fonti per gli areali della regione

A Compensori	B SAU irrigata (ha)	C Dotazione media di base alla coltura (m³/ha/anno)	D Dotazione reale all' azienda acque superf. (m³/ha/anno)	E Dotazione reale all' azienda da falde (m³/ha/anno)	F Richiesta aziendale da fonte superficiale (Mm³/anno)	G Volumi autonomi da falde (Mm³/anno)	H Rendimento reti di adduzione - distribuzione (%)	I Volumi richiesti alla fonte superficiale (Mm³/anno)	L Volumi forniti dalla fonte superficiale (Mm³/anno)	M Volumi integrativi richiesti alle falde (Mm³/anno)	N Volumi integrativi forniti dalle falde (Mm³/anno)	O Volumi di prelievo totale dalle falde (Mm³/anno)	P Volumi totali di prelievo (Mm³/anno)	Q Porzione superfic. da laghi- laghet- ti-serbatoi (Mm³/anno)	R Possibile sofferenza delle colture (Mm³/anno)
1.A	4451	1690	2372	2341	9,3	1,4	0,85	10,9	10,9	0,0	0,0	1,4	12,3	7,7	0,0
1.B	3462	1634	2261	2198	6,7	1,2	0,80	8,4	8,4	0,0	0,0	1,2	9,6		0,0
2	588	1367	1852	1593	0,8	0,2	0,70	1,2	1,2	0,0	0,0	0,2	1,4	0,3	0,0
3	9868	1636	2602	2374	13,3	12,6	0,74	17,9	17,6	0,3	0,2	12,8	30,3	4,8	0,1
4	5297	1672	2930	2572	9,9	5,5	0,70	14,1	14,1	0,0	0,0	5,5	19,6	1,6	0,0
5	3752	1563	2502	2396	6,4	3,2	0,70	9,1	8,9	0,1	0,1	3,3	12,2	2,7	0,0
6	5154	1743	2782	2636	12,6	1,9	0,79	16,0	16,0	0,0	0,0	1,9	17,8	16,0	0,0
7.a	1146	1405	2461	2224	2,2	0,6	0,70	3,2	3,2	0,0	0,0	0,6	3,8	0,6	0,0
7.b	362	1638	2662	2403	0,8	0,2	0,87	0,9	0,9	0,0	0,0	0,2	1,1		0,0
8	2179	1401	2361	1721	3,9	1,0	0,65	6,0	6,0	0,0	0,0	1,0	7,0	0,6	0,0
9	731	1523	2246	2108	1,2	0,5	0,76	1,6	1,6	0,0	0,0	0,5	2,0	0,2	0,0
Totale compensori	36989	1631	2553	2368	67,0	28,3	0,75	89,1	88,6	0,4	0,2	28,5	117,1	34,5	0,1
Esterno compens. PG	1009	1625	2330	2023	1,4	0,8	0,90	1,6	1,6	-	-	0,8	2,3	-	-
Esterno compens. TR	447	1371	1919	1838	0,3	0,5	0,90	0,4	0,4	-	-	0,5	0,9	-	-
TOTALE	38445	1627	2536	2346	68,7	29,5	0,75	91,1	90,6	0,4	0,2	29,8	120,4	34,5	0,1
Totale PG	34529	1644	2500	2398	60,8	27,2	0,76	80,3	81,3	0,4	0,2	27,4	108,7	33,3	0,1
Totale TR	3916	1462	2219	1871	6,2	2,3	0,58	10,7	9,3	0,0	0,0	2,3	11,6	1,2	0,0

Fonte: ARPA Umbria

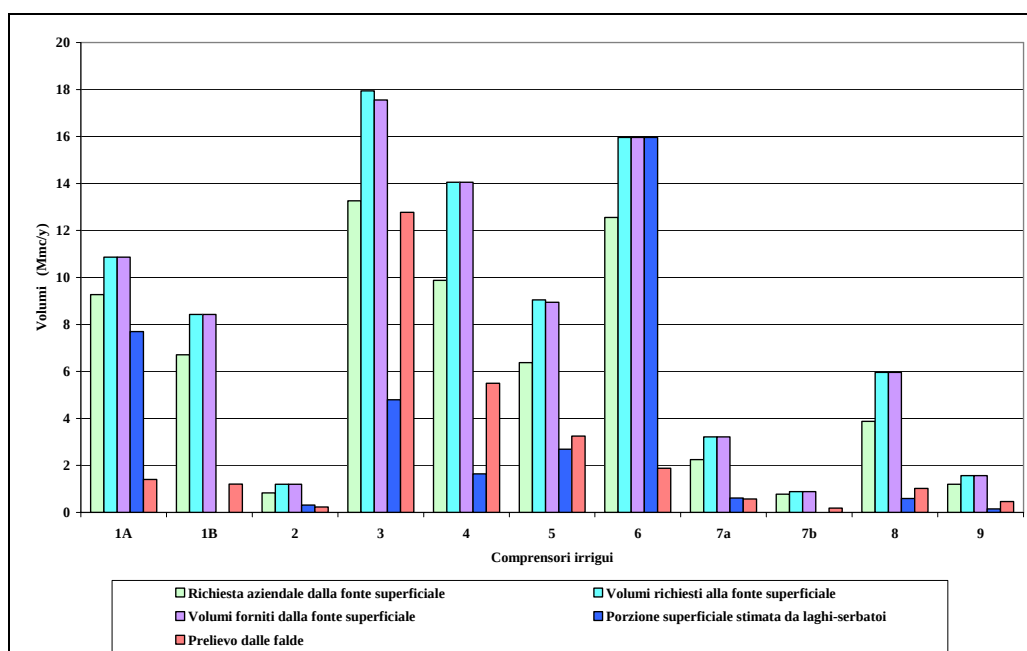


Fig. 44- Rapporto tra volumi richiesti a livello aziendale e volumi forniti dalle diverse fonti

Fonte: ARPA Umbria

Si ricorda che la schematizzazione proposta lavora su scala comunale e che quindi la stima dei diversi volumi, fornita a scala di comprensorio e di provincia, è stata effettuata per ciascun comune della regione. Tale livello di dettaglio consente di stimare la distribuzione dei volumi prelevati da acque sotterranee per i principali acquiferi alluvionali (Tab. 55).

A livello regionale si evidenzia un prelievo medio da fonti superficiali di 90 Mm³/anno di cui il 90% in provincia di Perugia, nonché un emungimento dalle falde di circa 30 Mm³/anno di cui il 92% in provincia di Perugia. A scala di comprensorio, circa il 61% del prelievo da acque sotterranee viene attribuito ai comprensori 3 – Valle Umbra (43%) e 4 – Media valle del Tevere (18%).

Tab. 55 – Stima dei prelievi irrigui nell'anno medio attuale per i principali acquiferi alluvionali della regione

Acquiferi	Prelievi teorici (Mm ³ /anno)	Comuni principali
Acquiferi significativi		
Alta Valle Tevere Umbro	2,61	Citerna, Città di Castello, Perugia, San Giustino, Umbertide
Conca Eugubina	0,23	Gubbio
Valle Umbra (compreso Petrignano)	12,77	Assisi, Bastia, Bettona, Bevagna, Campello sul C., Cannara, Castel Ritaldi, Foligno, Montefalco, Perugia, Spello, Spoleto, Trevi
Media Valle del Tevere Umbro	5,50	Collazzone, Deruta, Marsciano, Perugia, Todi, Torgiano
Conca Ternana	1,03	Narni, Terni
Totale acquiferi significativi	22,14	
Altri Acquiferi		
Acquiferi minori Valle Nestore	3,25	Corciano, Magione, Marsciano, Perugia, Piegara
Trasimeno	1,88	Castiglione del Lago, Panicale
Valle Paglia-Chiani	0,76	Città della Pieve, Orvieto
Basso Tevere Umbro	0,47	Alviano, Attigliano, Guardia
Totale acquiferi secondari	6,36	
Totale acquiferi principali	28,50	
Emungimenti su altri areali	1,27	

Fonte: ARPA Umbria

Dall'analisi dei risultati si evidenzia che l'anno medio attuale è caratterizzato da una situazione pressoché di equilibrio tra richieste di acqua e disponibilità, anche perché dove la risorsa superficiale è carente, si è ricorso alla perforazione di pozzi, nonché alla realizzazione di laghetti aziendali o interaziendali. Questo tuttavia non significa, che una maggiore facilità di approvvigionamento superficiale non potrebbe determinare, in alcuni areali, una maggiore richiesta irrigua.

Va sottolineato che per l'areale circostante il Lago Trasimeno, nella schematizzazione la risorsa lago è stata assunta sempre disponibile, quindi con assenza di deficit. Tale assunzione risulta in effetti valida solo fino al raggiungimento dei livelli di divieto previsti dalla normativa vigente come descritto precedentemente. Tali divieti possono di fatto comportare sofferenze per le colture.

1.4.2.9 Schematizzazione irrigua: sintesi dei risultati per l'anno mediamente siccitoso

Nell'anno medio attuale i deficit di richiesta irrigua sulle acque superficiali appaiono nulli o comunque molto contenuti.

Senza considerare anni di siccità meteorologica estrema, che darebbero sicuramente luogo a sofferenze agricole e quindi perdite parziali o totali di alcuni raccolti, è importante valutare la situazione dell'"anno mediamente siccitoso", che si ipotizza corrispondente ad una probabilità di accadimento di circa 1 anno su 6, quindi con una frequenza abbastanza ricorrente.

In tale ipotetico anno, sulla base delle conoscenze disponibili, le piogge utili durante la stagione irrigua si riducono considerevolmente, facendo aumentare le necessità di apporto irriguo al campo (ovvero delle dotazioni unitarie alla coltura) approssimativamente di circa il 50% rispetto all'anno medio. Contemporaneamente, la riduzione dei deflussi in alveo riduce la disponibilità di prelievo; tale riduzione viene stimata in circa 1/3 della disponibilità nell'anno medio.

Inoltre aumenta la durata della stagione irrigua e quindi il numero di giorni mensili nei quali sfruttare i deflussi presenti, nonché cresce l'indice mensile di portata utile, diminuendo il numero dei colmi non utilizzabili. In particolare si stima che la stagione irrigua aumenti di almeno 15 giorni e l'incidenza dei colmi di portata non utilizzabili si riduca del 10%.

Assumendo tali ipotesi, la schematizzazione irrigua, già applicata all'anno medio, fornisce, per l'anno mediamente siccitoso, il quadro contenuto in Tab. 56.

Tab. 56 – Risultati della schematizzazione irrigua per l'anno mediamente siccitoso

A Comprensori	B SAU irrigata (ha)	C Dotazione media di base alla coltura (m3/ha/anno)	D Dotazione reale all' azienda acque superf. (m3/ha/anno)	E Dotazione reale all' azienda da falde (m3/ha/anno)	F Richiesta aziendale da fonte superficiale (Mm3/anno)	G Volumi autonomi da falde (Mm3/anno)	H Rendimento reti di adduzione - distribuzione (%)	I Volumi richiesti alla fonte superficiale (Mm3/anno)	L Volumi forniti dalla fonte superficiale (Mm3/anno)	M Volumi integrativi richiesti alle falde (Mm3/anno)	N Volumi integrativi forniti dalle falde (Mm3/anno)	O Volumi di prelievo totale dalle falde (Mm3/anno)	P Volumi totali di prelievo (Mm3/anno)	Q Porzione superfic. da laghi-laghet- ti-serbatoi (Mm3/anno)	R Possibile sofferenza delle colture (Mm3/anno)
1.A	4451	2536	3622	3575	14.2	2.1	0.85	16.6	16.6			2.1	18.7	17.8	
1.B	3462	2451	3421	3355	10.2	1.8	0.80	12.8	12.1	0.5	0.3	2.1	14.3		0.2
2	588	2051	2705	2432	1.2	0.4	0.70	1.7	1.7	0.0	0.0	0.4	2.1	0.3	0.0
3	9868	2455	3898	3625	19.9	19.2	0.74	26.8	16.8	7.7	4.6	23.8	40.7	5.0	3.1
4	5297	2508	4281	3927	14.4	8.4	0.70	20.5	20.5	0.0	0.0	8.4	28.9	1.6	0.0
5	3752	2345	3716	3658	9.5	4.9	0.70	13.4	8.8	3.6	2.1	7.0	15.8	3.1	1.4
6	5154	2615	4103	4024	18.5	2.9	0.79	23.5	23.5	0.0	0.0	2.9	26.4	23.5	0.0
7.a	1146	2108	3646	3395	3.3	0.9	0.71	4.7	4.7			0.9	5.6	0.6	
7.b	362	2458	3976	3668	1.2	0.3	0.89	1.3	0.4	0.7	0.4	0.7	1.1		0.3
8	2179	2101	3508	2627	5.8	1.6	0.65	8.8	8.8	0.0	0.0	1.6	10.4	0.6	0.0
9	731	2284	3411	3218	1.8	0.7	0.76	2.4	2.4	0.0	0.0	0.7	3.1	0.2	0.0
Totale comprensori	36989	2447	3807	3615	99.9	43.1	0.75	132.7	116.5	12.5	7.5	50.6	167.1	52.8	5.0
Esterno comprens. PG	1009	2437	3557	3089	2.1	1.2	0.90	2.4	2.4	-	-	1.2	3.5	-	-
Esterno comprens. TR	447	2057	2929	2807	0.5	0.8	0.90	0.6	0.6	-	-	0.8	1.4	-	-
TOTALE	38445	2441	3783	3582	102.6	45.1	0.76	135.6	119.5	12.5	7.5	52.6	172.0	52.8	5.0
Totale PG	34529	2470	3728	3661	90.6	41.5	0.76	119.7	106.5	11.8	7.1	48.7	155.2	51.6	4.7
Totale TR	3916	2158	3311	2856	9.3	3.6	0.58	15.9	13.0	0.7	0.4	3.8	16.8	1.2	0.3

Fonte: ARPA Umbria

Si evidenziano deficit di risorsa da acque superficiali per i comprensori 3 – Valle Umbra (-10 Mm^3), 5 – Valli del Genna Caina e Nestore (-4.6 Mm^3) e 7 – Chiana Romana e Piana Orvietana (-0.9 Mm^3), per quasi $16 \text{ Mm}^3/\text{anno}$ complessivi.

Questo nonostante che i volumi forniti dalla fonte superficiale risultino superiori di circa $29 \text{ Mm}^3/\text{anno}$ rispetto all'anno medio e che venga considerato un rilascio da Montedoglio di $15 \text{ Mm}^3/\text{anno}$ a fronte degli $8 \text{ Mm}^3/\text{anno}$ considerati per l'anno medio.

Si osserva inoltre un generale l'aumento del volume richiesto da acque sotterranee, sia nelle aree dove l'uso di tale fonte è abituale, a causa dell'incremento delle dotazioni unitarie legato ai minori apporti di precipitazione, sia nelle aree normalmente irrigate con acque superficiali in conseguenza dell'incremento del deficit sopra evidenziato.

Nel complesso, l'incremento dei prelievi da acque sotterranee viene stimato in circa $23 \text{ Mm}^3/\text{anno}$, pari al 76% del volume stimato per l'anno medio e interessa principalmente i comprensori 3 – Valle Umbra (+48%), 4 – Media valle del Tevere (+12%) e 5 – Valli del Genna Caina e Nestore (+16%), che da soli rappresentano il 75% del prelievo da falde nell'anno mediamente siccitoso.

A livello regionale, rispetto ai circa $12,5 \text{ Mm}^3$, volume integrativo richiesto alle falde per compensare i deficit da acque superficiali, solo il 60% è effettivamente prelevabile dalle falde mentre il restante 40% si configura come possibile sofferenza delle colture.

La stima dei prelievi a scala di acquifero alluvionali è contenuta in Tab. 58.

Tab. 57 - Stime di richiesta/prelievo nell'anno mediamente secco (circa 1 su 6)

A Compensori	B SAU irrigata (ha)	C Dotazione media di base alla coltura (m³/ha/anno)	D Dotazione reale all' azienda acque superf. (m³/ha/anno)	E Dotazione reale all' azienda da falde (m³/ha/anno)	F Richiesta aziendale da fonte superficiale (Mm³/anno)	G Volumi autonomi da falde (Mm³/anno)	H Rendimento reti di adduzione - distribuzione (%)	I Volumi richiesti alla fonte superficiale (Mm³/anno)	L Volumi forniti dalla fonte superficiale (Mm³/anno)	M Volumi integrativi richiesti alle falde (Mm³/anno)	N Volumi integrativi forniti dalle falde (Mm³/anno)	O Volumi di prelievo totale dalle falde (Mm³/anno)	P Volumi totali di prelievo (Mm³/anno)	Q Porzione superfic. da laghi- laghet- ti-serbatoi (Mm³/anno)	R Possibile sofferenza delle colture (Mm³/anno)
1.A	4451	2536	3622	3575	14.2	2.1	0.85	16.6	16.6			2.1	18.7	17.8	
1.B	3462	2451	3421	3355	10.2	1.8	0.80	12.8	12.1	0.5	0.3	2.1	14.3		0.2
2	588	2051	2705	2432	1.2	0.4	0.70	1.7	1.7	0.0	0.0	0.4	2.1	0.3	0.0
3	9868	2455	3898	3625	19.9	19.2	0.74	26.8	16.8	7.7	4.6	23.8	40.7	5.0	3.1
4	5297	2508	4281	3927	14.4	8.4	0.70	20.5	20.5	0.0	0.0	8.4	28.9	1.6	0.0
5	3752	2345	3716	3658	9.5	4.9	0.70	13.4	8.8	3.6	2.1	7.0	15.8	3.1	1.4
6	5154	2615	4103	4024	18.5	2.9	0.79	23.5	23.5	0.0	0.0	2.9	26.4	23.5	0.0
7.a	1146	2108	3646	3395	3.3	0.9	0.71	4.7	4.7			0.9	5.6	0.6	
7.b	362	2458	3976	3668	1.2	0.3	0.89	1.3	0.4	0.7	0.4	0.7	1.1		0.3
8	2179	2101	3508	2627	5.8	1.6	0.65	8.8	8.8	0.0	0.0	1.6	10.4	0.6	0.0
9	731	2284	3411	3218	1.8	0.7	0.76	2.4	2.4	0.0	0.0	0.7	3.1	0.2	0.0
Totale compensori	36989	2447	3807	3615	99.9	43.1	0.75	132.7	116.5	12.5	7.5	50.6	167.1	52.8	5.0
Esterno compens. PG	1009	2437	3557	3089	2.1	1.2	0.90	2.4	2.4	-	-	1.2	3.5	-	-
Esterno compens. TR	447	2057	2929	2807	0.5	0.8	0.90	0.6	0.6	-	-	0.8	1.4	-	-
TOTALE	38445	2441	3783	3582	102.6	45.1	0.76	135.6	119.5	12.5	7.5	52.6	172.0	52.8	5.0
Totale PG	34529	2470	3728	3661	90.6	41.5	0.76	119.7	106.5	11.8	7.1	48.7	155.2	51.6	4.7
Totale TR	3916	2158	3311	2856	9.3	3.6	0.58	15.9	13.0	0.7	0.4	3.8	16.8	1.2	0.3

Fonte: ARPA Umbria

Tab. 58 – Prelievi teorici irrigui nell'anno secco attuale per i principali acquiferi alluvionali della regione

Acquiferi	Prelievi teorici (Mm ³ /anno)
Acquiferi significativi	
Alta Valle Tevere Umbro	4.3
Conca Eugubina	0.37
Valle Umbra (compreso Petrignano)	23.8
Media Valle del Tevere Umbro	8.4
Conca Ternana	1.6
Acquiferi secondari	
Acquiferi minori Valle Nestore	7.0
Trasimeno	2.9
Valle Paglia-Chiani	1.6
Basso Tevere Umbro	0.7
Totale acquiferi secondari	12.2
Totale acquiferi principali	50.6
Emungimenti su altri areali	1.9

Fonte: ARPA Umbria

1.4.3 Prelievi irrigui per sottobacino e per corpo idrico sotterraneo

In questo paragrafo vengono presentate le tabelle di sintesi relative ai prelievi ad uso irriguo. Nel dettaglio, in Tab. 59 e in Tab. 60 sono riportati gli impieghi irrigui per sottobacino (con distinzione per Unità di Gestione) e i prelievi irrigui per corpo idrici sotterraneo.

Tab. 59 - Sintesi dei prelievi teorici attuali connessi ad usi irrigui ripartiti sulle diverse Unità di Gestione (Mm³/anno)

Prelievi per Sottobacino				Prelievi per Unità di Gestione			
Sottobacino	Prelievi teorici	Da acque superficiali	di cui da accumuli ²	Unità di Gestione ¹	Prelievi teorici	Da acque superficiali	di cui da accumuli ²
Alto Tevere	28,3	24,6	8,8	Tevere da M.te Fumaiole a S. Lucia (1.A)	12,7	11,2	3,8
				Tevere da S. Lucia a Chiascio	15,6	13,4	5,0
Medio Tevere	17,3	12,2	2,0	Tevere da Chiascio a Nestore	10,6	6,1	1,2
				Tevere da Nestore a Paglia	6,7	6,1	0,8
Basso Tevere	2,4	1,7	0,2	Tevere da Paglia a Nera (9)	2,3	1,7	0,2
				Tevere da Nera ad Aniene	0,10	0,03	0,01
Chiascio	6,5	3,3	0,6	Chiascio	6,5	3,3	0,6
Topino Marroggia	22,9	13,5	3,3	Topino Marroggia	22,9	13,5	3,3
Trasimeno	16,6	14,9	13,7	Trasimeno (6)	16,6	14,9	13,7
Nestore	12,1	8,8	3,2	Nestore (5)	12,1	8,8	3,2
Paglia	4,9	4,0	1,0	Paglia (7.b)	1,2	0,9	0,03

Prelievi per Sottobacino				Prelievi per Unità di Gestione			
Sottobacino	Prelievi teorici	Da acque superficiali	di cui da accumuli ²	Unità di Gestione ¹	Prelievi teorici	Da acque superficiali	di cui da accumuli ²
				Chiani (7.a)	3,7	3,1	1,0
Nera	8,1	6,4	0,6	Nera fino al Velino	1,0	0,4	0,01
				Nera da Velino a confluenza Tevere (8)	7,1	6,0	0,6
Altri	1,4	1,2	1,2	Altri bacini (Arno e T.A.M.A.)	1,4	1,2	1,2
	120,4	90,6	34,5	Totale	120,4	90,6	34,5

~: quantitativi ritenuti trascurabili (stimati in meno di 0.05 Mm³/anno)

¹ Tra le parentesi sono indicati gli eventuali comprensori irrigui sommariamente associabili all'Unità di Gestione

² Attualmente la diga di Montedoglio viene utilizzata per i fini irrigui rilasciando acque nel Tevere, che vengono prelevate dall'alveo del fiume a valle; per il futuro è prevista la realizzazione di apposite adduzioni alimentate direttamente dall'invaso

Fonte: ARPA Umbria

Tab. 60 - Sintesi dei prelievi teorici attuali di acque sotterranee connessi agli usi irrigui per i principali corpi idrici (Mm³/anno)

Tipo acquifero	Prelievo teorico	Acquifero	Prelievo teorico
Alluvionale	22,1	Alta valle Tevere	2,6
		Conca Eugubina	0,2
		Conca Ternana	1,0
		Media Valle Tevere Nord	5,5
		Media Valle Tevere Sud	
		Valle Umbra e artesiano Cannara	12,8
Carbonatico	~	Monte Cucco	~
		Monti della Valnerina	~
		Monti delle Valli del Topino e Menotre	~
		Monti di Gubbio	~
		Monti di Narni e d'Amelia	~
		Monti Martani	~
Vulcanico	~	Vulcanico Orvietano	~
<i>Altri</i>	7,6	<i>Acquiferi minori</i>	7,6
Totale	~ 30		~ 30

~: quantitativi ritenuti trascurabili (stimati in meno di 0.05 Mm³/anno)

Fonte: ARPA Umbria

1.5 Il settore industriale

1.5.1 L'approvvigionamento idrico del settore industriale

In questa analisi vengono presi in considerazione gli impieghi strettamente connessi alle aziende ricadenti, secondo la classificazione ATECO adottata dall'ISTAT, nella Sezione D "Attività

manifatturiere”¹. Da questo derivano piccole differenze con i volumi stimati al paragrafo 1.1 come fabbisogni idrici del settore industriale. Nel paragrafo 1.1, infatti, la stima include anche la Divisione 14 (industrie estrattive) non ricadente nella Sezione “Attività manifatturiere”.

I consumi industriali sono stati stimati sulla base del numero di addetti rilevati dall'ISTAT nel censimento del 2001 e di dotazioni per addetto diversificate per tipologia di attività produttiva (par. 1.1.4).

I fabbisogni complessivi sono quindi stati attribuiti alle diverse tipologie di approvvigionamento:

- Acquedotti: è stata definita per ciascun Gruppo ATECO, la percentuale del fabbisogno idrico complessivo attribuibile ad approvvigionamenti da reti acquedottistiche civili; tenendo conto sia delle caratteristiche qualitative delle acque richieste dalle varie attività industriali sia del volume di acqua richiesta²;
- Approvvigionamenti autonomi da fonti superficiali: sulla base delle informazioni contenute nel catasto dei prelievi autorizzati mediante concessione per derivazione sono stati stimati i relativi volumi idrici prelevati, sulla base del prodotto portata concessa-tempo di utilizzo della derivazione
- Approvvigionamenti autonomi da fonti sotterranee: per differenza fra i consumi complessivi per comune e gli approvvigionamenti da acquedotti civili e da derivazioni di acque superficiali stimati per gli stessi comuni.

In Tab. 61 sono sintetizzati i volumi complessivi a scala provinciale e regionale riferibili alle diverse fonti di prelievo. Si osserva che i volumi relativi ad approvvigionamento da reti acquedottistiche civili non sono da considerarsi quali prelievi diretti dall'ambiente, essendo già compresi nei prelievi connessi al sistema acquedottistico del paragrafo 1.3.8 (Tab. 44 e Tab. 45).

Tab. 61 - Sintesi dei consumi attuali del comparto manifatturiero e delle relative forme di approvvigionamento (Mm³/anno)

	Perugia	Terni	Totale
Totale consumi comparto manifatturiero	29.8	35.8	65.6
Approvvigionamenti dall'acquedottistica civile	3.1	1.5	4.6
Totale prelievi	26.6	34.3	60.9
Prelievi di acque superficiali	2.7	25.8	28.5
Prelievi di acque sotterranee	23.9	8.5	32.4
Per confronto: Fabbisogno per usi principali ¹	29.8	35.8	65.6

1) Valori definiti nel Quadro conoscitivo e relativi al comparto manifatturiero (esclusa la Divisione 37), nonché all'estrazione minerali non metalliferi, alla produzione e distribuzione energia elettrica gas e acqua e alle costruzioni

Fonte: ARPA Umbria

1.5.2 Prelievi industriali per sottobacino e per corpo idrico sotterraneo

Per un'analisi di maggiore dettaglio della distribuzione territoriale dei prelievi ad uso industriale sono state utilizzate le informazioni georeferenziate contenute nel database realizzato a partire dal Censimento delle aziende manifatturiere umbre con più di 5 addetti, condotto da Sviluppumbria nel 1999, integrato con il Censimento regionale dei siti potenzialmente inquinati. Il database contiene informazioni su numero di addetti, attività produttiva e localizzazione geografica di circa 2400 industrie umbre con più di 5 addetti e può ritenersi una fonte informativa primaria, poiché comprende le attività produttive più rilevanti, in termini di consistenza dimensionale e di impatto ambientale sulla matrice acqua.

Inoltre è stato ipotizzato che tale database sia sufficientemente rappresentativo della distribuzione spaziale degli insediamenti produttivi all'interno dei relativi territori comunali. I prelievi a scala comunale, stimati sulla base dei dati ISTAT (quindi degli addetti complessivi alle attività industriali),

¹ In effetti la denominazione “industria” può essere ritenuta riferibile, anche, alle attività relative alla Sezione C “Estrazione di minerali” e alla Sezione E “Produzione e distribuzione di energia elettrica, gas e acqua” della codifica ATECO.

² Per attività scarsamente idroesigenti e caratterizzate, mediamente, da insediamenti singolarmente di ridotte proporzioni si può ritenere plausibile una maggiore tendenza all'approvvigionamento dalle reti civili, in relazione agli oneri tariffari relativamente ridotti (per i modesti volumi idrici di cui gli insediamenti necessitano) e alle problematiche connesse alla realizzazione di pozzi o captazioni, soprattutto nel caso che le acque prelevate debbano subire trattamenti per l'adeguamento delle caratteristiche qualitative; per talune attività produttive (connesse in particolare al settore agroalimentare) si è considerata l'ulteriore “motivazione” all'approvvigionamento dell'acquedottistica civile connesso alle condizioni igienico-sanitarie richieste dalle lavorazioni.

pertanto, sono stati ridistribuiti sugli insediamenti industriali georeferenziati, in proporzioni corrispondenti all'entità dei consumi stimati per gli insediamenti stessi. Le stime dei prelievi per Unità di Gestione e quindi per sottobacino, sono state effettuate mediante sovrapposizione digitale con le relative cartografie.

In Tab. 62 vengono riportati i prelievi stimati per il comparto manifatturiero, con esclusione dei volumi forniti da acquedotto, e la frazione degli stessi prelevata da acque superficiali.

Tab. 62 - Sintesi dei prelievi attuali connessi al comparto manifatturiero ripartiti sulle diverse Unità di Gestione (Mm³/anno)

Prelievi per Sottobacino			Prelievi per Unità di Gestione		
Sottobacino	Totali	di cui di acque superficiali	Unità di Gestione	Totali	di cui di acque superficiali
Alto Tevere	6	0,8	Tevere da M.te Fumaiolo a S. Lucia	2,4	~
			Tevere da S. Lucia a Chiascio	3,6	0,8
Medio Tevere	2,5	0,2	Tevere da Chiascio a Nestore	1,4	~
			Tevere da Nestore a Paglia	1,1	0,2
Basso Tevere	0,8	~	Tevere da Paglia a Nera	0,6	~
			Tevere da Nera ad Aniene	0,2	~
Chiascio	4,6	~	Chiascio	4,6	~
Topino Marroggia	7	0,6	Topino Marroggia	7	0,6
Trasimeno	0,4	~	Trasimeno	0,4	~
Nestore	4,8	1,1	Nestore	4,8	1,1
Paglia	0,7	0,3	Paglia	0,4	0,3
			Chiani	0,3	~
Nera	34	25,5	Nera fino al velino	0,3	~
			Nera da Velino a confluenza Tevere	33,7	25,5
Altri	~	~	Altri bacini (Arno e T.A.M.A.)	~	~
Totale	~ 60,8	~ 28,5	Totale	~ 60,8	~ 28,5

~: quantitativi ritenuti trascurabili (stimati in meno di 0.05 Mm³/anno)

Fonte: ARPA Umbria

In Tab. 63 viene presentata la stima dei prelievi per i principali corpi idrici sotterranei, derivante in questo caso dalla sovrapposizione digitale delle cartografie riportanti gli insediamenti produttivi georeferenziati e la perimetrazione dei corpi idrici sotterranei significativi.

Si osserva come oltre l'80% dei prelievi complessivi sia riferibile agli acquiferi alluvionali; si rileva inoltre come una non trascurabile quota dei prelievi sia stata attribuita, in relazione alle elaborazioni effettuate, a corpi idrici sotterranei minori, non cartografati perché non significativi³.

³ Al riguardo si evidenzia che le valutazioni riguardo i prelievi dai diversi corpi idrici sono state eseguite con sovrapposizioni digitali; non si può escludere che, in diverse situazioni, aziende localizzate in prossimità dei margini, ma esternamente, rispetto le perimetrazioni dei corpi idrici sotterranei significativi, possano in effetti approvvigionarsi con acque riferibili a tali corpi idrici.

Tab. 63 - Sintesi dei prelievi attuali di acque sotterranee per i principali corpi idrici connessi al comparto manifatturiero (Mm³/anno)

Tipo acquifero	Prelievo	Acquifero	Prelievo
Alluvionale	26,5	Alta valle Tevere	3,1
		Conca Eugubina	1,6
		Conca Ternana	8,5
		Media Valle Tevere Nord	2,3
		Media Valle Tevere Sud	3,4
		Valle Umbra e artesiano Cannara	7,5
Carbonatico	~ 1,6	Monte Cucco	0,6
		Monti della Valnerina	0,2
		Monti delle Valli del Topino e Menotre	0,2
		Monti di Gubbio	0,3
		Monti di Narni e d'Amelia	0,2
		Monti Martani	~
Vulcanico	~	Vulcanico Orvietano	~
Altri	4,3	Acquiferi minori	4,3
Totale	~ 32,4		~ 32,4

~: quantitativi ritenuti trascurabili (stimati in meno di 0.05 Mm³/anno)

Fonte: ARPA Umbria

1.6 Altri usi

1.6.1 Prelievi per "Altri usi" per sottobacino e per corpo idrico sotterraneo

Vengono qui considerati i prelievi per il settore zootecnico e i prelievi civili autonomi.

Il fabbisogno del settore zootecnico è stato stimato nel paragrafo 1.1.3 in complessivi 3.2 Mm³/anno, l'approvvigionamento civile autonomo è invece stimato, come descritto al paragrafo 1.3.8, in 4.2 Mm³/anno. Dall'analisi di settore si evidenzia che tali prelievi sono riferibili essenzialmente ad acque sotterranee.

Nelle Tab. 64 e Tab. 65 sono riportati i prelievi di acque connessi a questi usi, per le diverse Unità di Gestione, e quindi per sottobacino, e per corpo idrico sotterraneo.

L'attribuzione a Unità di Gestione e a corpo idrico viene effettuata facendo l'ipotesi di una distribuzione omogenea sul territorio comunale dei prelievi calcolati per singolo comune e considerando la percentuale di territorio comunale ricadente all'interno delle singole Unità di Gestione o del perimetro dei corpi idrici sotterranei.

Si evidenzia la ridotta entità complessiva di questi prelievi, soprattutto se comparata a quella relativa agli altri usi.

Tab. 64 - Sintesi dei prelievi attuali connessi ad usi zootecnici e agli approvvigionamenti civili autonomi ripartiti sulle diverse Unità di Gestione (Mm³/anno)

Prelievi per Sottobacino		Prelievi per Unità di Gestione	
Sottobacino	Totali	Unità di Gestione	Totali
Alto Tevere	1,3	Tevere da M.te Fumaiolo a S. Lucia	0,3
		Tevere da S. Lucia a Chiascio	1,0
Medio Tevere	1,1	Tevere da Chiascio a Nestore	0,5
		Tevere da Nestore a Paglia	0,6
Basso Tevere	0,3	Tevere da Paglia a Nera	0,2
		Tevere da Nera ad Aniene	0,1
Chiascio	1,2	Chiascio	1,2
Topino Marroggia	1,1	Topino Marroggia	1,1
Trasimeno	0,4	Trasimeno	0,4
Nestore	0,9	Nestore	0,9
Paglia	0,2	Paglia	0,1
		Chiani	0,1
Nera	0,5	Nera fino al velino	0,2
		Nera da Velino a confluenza Tevere	0,3
Altri	0,5	Altri bacini (Arno e T.A.M.A.)	0,5
	7,4	Totale	7,4

Fonte: ARPA Umbria

Tab. 65 - Sintesi dei prelievi attuali di acque sotterranee per i principali corpi idrici connessi ad usi zootecnici e agli approvvigionamenti civili autonomi (Mm³/anno)

Tipo acquifero	Prelievo	Acquifero	Prelievo
Alluvionale	2,7	Alta valle Tevere	0,3
		Conca Eugubina	~
		Conca Ternana	0,1
		Media Valle Tevere Nord	0,1
		Media Valle Tevere Sud	0,6
		Valle Umbra e artesiani Cannara	1,6
Carbonatico	1,4	Monte Cucco	~
		Monti della Valnerina	0,5
		Monti delle Valli del Topino e Menotre	0,3
		Monti di Gubbio	~
		Monti di Narni e d'Amelia	0,2
		Monti Martani	0,4
Vulcanico	0,1	Vulcanico Orvietano	0,1
Altri	3,2	Acquiferi minori	3,2
Totale	7,4		7,4

~: quantitativi ritenuti trascurabili (stimati in meno di 0.05 Mm³/anno)

Fonte: ARPA Umbria

1.7 Settore idroelettrico

La Tab. 66 individua i maggiori impianti idroelettrici che interessano le aste idrografiche della regione in quanto corpi idrici oggetto di derivazione o di restituzione delle acque derivate. Ad eccezione delle derivazioni dagli invasi di Corbara e Alviano, tutti le altre, di rilievo, interessano il bacino del fiume Nera.

I volumi derivati non vengono inseriti nella tabella di sintesi dei prelievi (par. 1.8) in quanto l'uso idroelettrico è un uso conservativo, comportando la restituzione di gran parte delle acque prelevate.

Tuttavia, come evidenziato al paragrafo 1.2, tale uso comporta comunque degli impatti sull'aspetto quantitativo del corpo idrico. Tale impatto in genere molto forte solo per il tratto immediatamente a valle della sezione di prelievo. Fanno eccezione alcune grandi derivazioni per le quali il punto di restituzione delle acque avviene o sullo stesso corpo idrico dal quale sono state derivate ma molti chilometri più a valle o, addirittura, su un corpo idrico diverso anche se idraulicamente collegato. Ne sono un esempio la derivazione del Canale del Medio Nera e del Canale Recentino.

Tab. 66 - Maggiori impianti idroelettrici presenti nella regione

Sistema	Derivazione	Bacino sotteso (km ²)	Concessione (m ³ /s)		Trasporto	Serbatoio di carico	Centrale	Potenza efficiente (MW)	Restituzione
			media	max					
Diga di Corbara	Invaso di Corbara	6.075	69,63	200	Galleria di circa 5 km		Baschi (in caverna)	125	F. Tevere a Baschi
Diga di Alviano	Invaso di Alviano	7.483	72,2	200			Alviano	13,4	F. Tevere a valle della diga
Preci	F. Nera a valle delle sorgenti		5,5	9			Preci	10	F. Nera a valle della centrale
Medio Nera	F. Nera		13,2	17			Triponzo	6,4	F. Nera a valle della centrale
	F. Nera			3			Ponte Sargano	3	F. Nera a valle della centrale
	F. Nera		9,3	21			Pennarossa (Galleto)	6,5	F. Nera a valle della centrale
Canale Medio Nera - Lago di Piediluco	F. Nera, a Triponzo F. Vigi, tratto finale F. Corno, tratto finale aste minori F. Velino		17,6+45	226	Canale di 42 km	Lago di Piediluco	Galleto - Monte S. Angelo	210	Nel Nera a Terni
	F. Nera a Papigno		76,5	150			Monte Argento	64	
Dighe Salto e Turano	Invasi su Salto e Turano	Salto 779 Turano 475	14,31		Galleria dalla diga del Salto	Diga del Salto	Cotilia e impianti successivi	17	Lago di Piediluco
Sistemi in serie a valle di Terni	F. Nera a valle di Terni		25	78,5		Lago dell'Aia	Narni (in caverna)	40	F. Nera a monte della traversa Recentino
	F. Nera a Recentino		79	150			Nera Montoro	24,8	F. Nera
	F. Nera a Stifone	4000		25		Serbatoio di Morica	Nera Montoro Stifone	2,9	F. Nera
	F. Nera a S. Liberato	4300	18	180			Marconi ACEA	24	F. Nera alla confluenza con F. Tevere
F. Corno	F. Corno		5	8			Biselli	0,27	F. Corno a valle della centrale

Fonte: ARPA Umbria

1.8 Sintesi dei prelievi per sottobacino e per corpo idrico

Nelle Tab. 67 e Tab. 68 sono riportati i prelievi di acque connessi ai diversi usi, per le diverse Unità di Gestione, e quindi per sottobacino, e per corpo idrico sotterraneo.

Come già evidenziato al paragrafo precedente, la Tab. 67 non considera gli usi idroelettrici e le eventuali problematiche ad essi riferibili.

Tab. 67 - Sintesi dei prelievi per Unità di Gestione

Sottobacino	Superficie (km2)	Prelievi (Mm3/anno)						Unità di Gestione	Superficie (km2)	Prelievi (Mm3/anno)					
		Industriale	Irriguo	Civile	Altri usi	TOT.	di cui acque superficiali			Industriale	Irriguo	Civile	Altri usi	TOT.	di cui acque superficiali
Alto Tevere	1437	6	28,3	9,8	1,3	45,4	25,4	Tevere da M.te Fumaiolo a S. Lucia	330	2,4	12,7	4,5	0,3	19,9	11,2
								Tevere da S. Lucia a Chiascio	1107	3,6	15,6	5,3	1	25,5	14,2
Medio Tevere	903	2,5	17,3	6,8	1,1	27,7	12,4	Tevere da Chiascio a Nestore	280	1,4	10,6	1,2	0,5	13,7	6,1
								Tevere da Nestore a Paglia	623	1,1	6,7	5,6	0,6	14	6,3
Basso Tevere	522	0,8	2,4	1,8	0,3	5,3	1,7	Tevere da Paglia a Nera	417	0,6	2,3	1,5	0,2	4,6	1,7
								Tevere da Nera ad Aniene	105	0,2	0,1	0,3	0,1	0,7	0,03
Chiascio	727	4,6	6,5	20,3	1,2	32,6	3,3	Chiascio	727	4,6	6,5	20,3	1,2	32,6	3,3
Topino Marroggia	1234	7	22,9	38,1	1,1	69,1	14,1	Topino Marroggia	1234	7	22,9	38,1	1,1	69,1	14,1
Trasimeno	376	0,4	16,6	2,1	0,4	19,5	16,5	Trasimeno	376	0,4	16,6	2,1	0,4	19,5	16,5
Nestore	726	4,8	12,1	2,4	0,9	20,2	9,9	Nestore	726	4,8	12,1	2,4	0,9	20,2	9,9
Paglia	635	0,7	4,9	5,6	0,2	11,4	4,3	Paglia	326	0,4	1,2	4,3	0,1	6	1,2
								Chiani	309	0,3	3,7	1,3	0,1	5,4	3,1
Nera	1509	34	8,1	27,7	0,5	70,3	32,1	Nera fino al Velino	1039	0,3	1	15,6	0,2	17,1	0,6
								Nera da Velino a confluenza Tevere	470	33,7	7,1	12,1	0,3	53,2	31,5
Altri	390		1,4	1	0,5	2,9	1,2	Altri (Arno + TAMA)	390	0	1,4	1	0,5	2,9	1,2
Totale	8459	60,8	120,4	115,7	7,4	304,3	120,9	Totale	8459	60,8	120,4	115,7	7,4	304,3	120,9

Fonte: ARPA Umbria

Tab. 68 - Sintesi dei prelievi per le acque sotterranee

Tipo acquifero	Prelievi (Mm3/anno)					Corpo idrico sotterraneo	Prelievi (Mm3/anno)				
	Industriale	Irriguo	Civile	Altri usi	TOT.		Industriale	Irriguo	Civile	Altri usi	TOT.
Alluvionale	26,5	22,1	~ 41,3	~ 2,7	~ 93	Alta valle Tevere	3,1	2,6	4,1	0,3	10,1
						Conca Eugubina	1,6	0,2	2,6	~	~ 4,4
						Conca Ternana	8,5	1	10,9	0,1	20,5
						Media Valle Tevere Nord	2,3	5,5	~	0,1	~ 13,3
						Media Valle Tevere Sud	3,4		1,4	0,6	
						Valle Umbra e artesiano Cannara	7,5	12,8	22,3	1,6	44,2
Carbonatico	~ 1,6	~	54,3	~ 1,4	~ 57	Monte Cucco	0,6	~	8,3	~	~ 8,9
						Monti della Valnerina	0,2	~	15,3	0,5	~ 16
						Monti delle Valli del Topino e Menotre	0,2	~	24,9	0,3	~ 25,4
						Monti di Gubbio	0,3	~	3	~	~ 3,3
						Monti di Narni e d'Amelia	0,2	~	0,1	0,2	~ 0,5
						Monti Martani	~	~	2,7	0,4	~ 3,1
Vulcanico	~	~	4,1	0,1	~ 4,2	Vulcanico Orvietano	~	~	4,1	0,1	~ 4,2
<i>Altri</i>	4,3	7,6	14,2	3,2	29,3	<i>Acquiferi minori</i>	4,3	7,6	14,2	3,2	29,3
Totale	~ 32,4	~ 30	~ 114	~ 7,4	~ 184	Totale	~ 32,4	~ 30	~ 114	~ 7,4	~ 184

~: quantitativi ritenuti trascurabili (stimati in meno di 0.05 Mm³/anno)

Fonte: ARPA Umbria

2 I CARICHI INQUINANTI

L'analisi delle pressioni qualitative sulla risorsa idrica è stata articolata nelle seguenti fasi:

- stima dei carichi inquinanti potenzialmente generati per le principali categorie di uso;
- analisi delle caratteristiche del sistema fognario e depurativo, delle modalità di utilizzo dei reflui zootecnici, delle modalità di smaltimento dei reflui delle attività produttive;
- stima dei carichi sversati nei corpi idrici per tipologia di fonte puntuale e diffusa;
- stima dei carichi transitanti nei corpi idrici.

2.1 Carichi potenzialmente generati

La stima dei carichi inquinanti potenzialmente generati è stata ottenuta applicando coefficienti di carico unitario ai dati relativi alla consistenza delle principali fonti potenzialmente produttrici di carico, e più precisamente i settori: civile, agricolo, zootecnico ed industriale. All'interno del settore zootecnico una trattazione particolare è stata effettuata per l'orticoltura, pratica che in Umbria pur essendo trascurabile a scala regionale, acquista importanza per alcuni corsi d'acqua.

La consistenza delle fonti considerate, valutata rispettivamente come popolazione, ettari per tipo di coltura praticata, capi di bestiame allevati, addetti alle attività industriali, viene tratta dai dati dei Censimenti Istat più recenti. I parametri inquinanti considerati nell'analisi comprendono azoto e fosforo totale per tutte le fonti e BOD e COD per zootecnia, popolazione e industria. I dati a scala comunale sono stati rielaborati per ottenere stime dei carichi a scala di bacino idrografico, mediante opportuni fattori di distribuzione territoriale.

Il carico così stimato è il carico potenziale teorico ovvero il carico teoricamente immesso nel territorio.

2.1.1 Carico civile potenzialmente generato

Il carico civile potenzialmente generato viene calcolato applicando i fattori di carico per abitante, suggeriti nel Documento di Aggiornamento del Piano Regionale di Risanamento delle Acque (P.R.R.A. – Regione dell'Umbria, 1999), ai dati sulla popolazione residente a scala comunale forniti dal 14° Censimento generale della popolazione e delle abitazioni realizzato da Istat nel 2001.

Tab. 69 - Coefficienti di carico unitario: Popolazione

Parametro inquinante	Coefficiente di carico unitario kg/ab anno
Fosforo	0,6
Azoto	4,5
BOD	21,9
COD	47,09

Fonte: Documento di Aggiornamento del P.R.R.A., Regione Umbria, 2000

I dati a scala comunale sono stati rielaborati a scala di bacino idrografico utilizzando la distribuzione della popolazione comunale all'interno dei bacini idrografici, analogamente a quanto fatto per la stima del fabbisogno idrico.

I risultati della elaborazione a scala di bacino vengono presentati nella tabella e nei grafici seguenti.

Tab. 70 – Carico civile potenzialmente generato per bacino idrografico

Sottobacino	P (kg/anno)	N (kg/anno)	BOD (kg/anno)	COD (kg/anno)
ALTO TEVERE	80.282	602.113	2.930.283	6.300.778
MEDIO TEVERE	35.455	265.916	1.294.122	2.782.659
BASSO TEVERE	19.579	146.845	714.646	1.536.652
CHIASCIO	50.063	375.475	1.827.312	3.929.138
TOPINO MARROGGIA	88.436	663.268	3.227.906	6.940.735
TRASIMENO	14.636	109.771	534.219	1.148.693
NESTORE	86.613	649.599	3.161.384	6.797.698
PAGLIA CHIANI	23.979	179.839	875.216	1.881.915
NERA	92.329	692.467	3.370.007	7.246.285
ARNO	2.545	19.086	92.885	199.723
TAMA	1.578	11.837	57.608	123.871
TOTALE	495.495	3.716.216	18.085.588	38.888.147

Fonte: Elaborazione ARPA Umbria dati 14° Censimento popolazione e abitazioni (ISTAT, 2001)

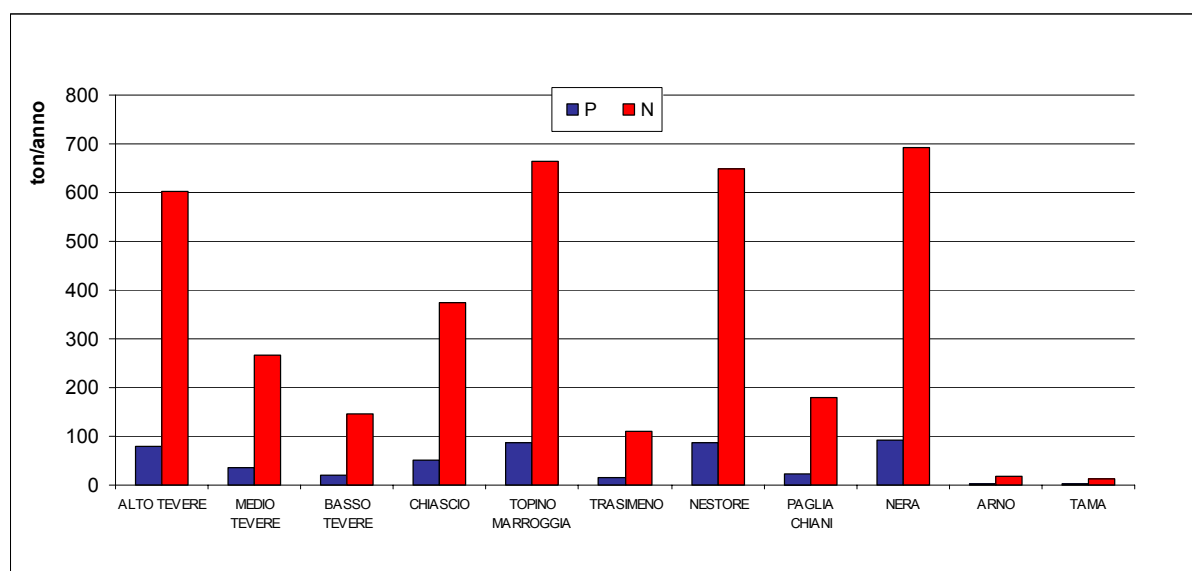


Fig. 45 - Carico civile potenzialmente generato per bacino idrografico (N e P)

Fonte: Elaborazione ARPA Umbria dati 14° Censimento popolazione e abitazioni (ISTAT, 2001)

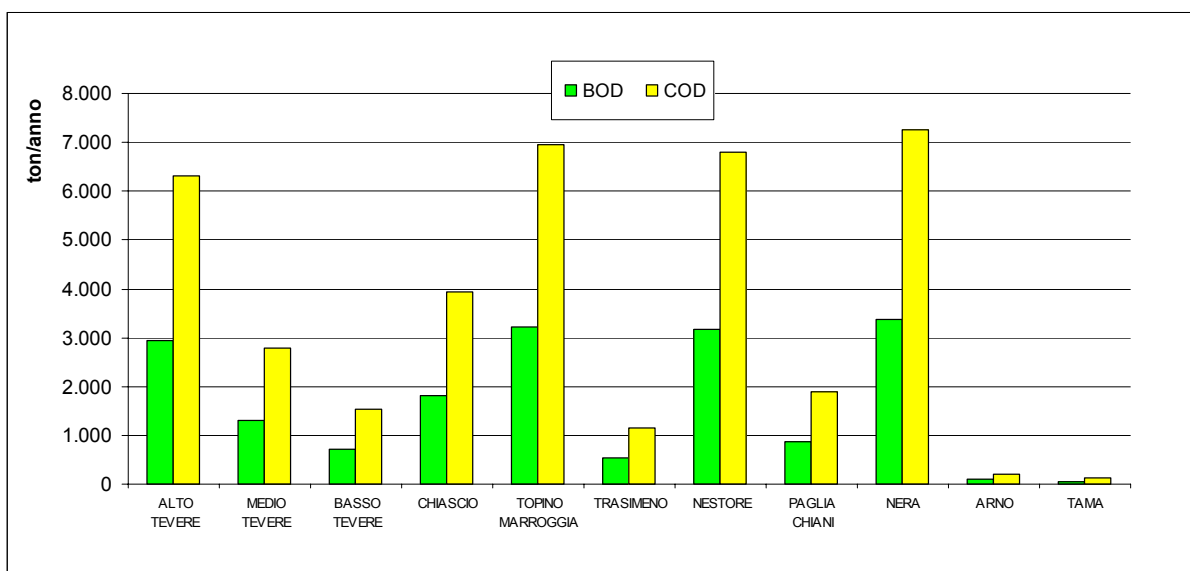


Fig. 46 - Carico civile potenzialmente generato per bacino idrografico (BOD e COD)

Fonte: Elaborazione ARPA Umbria dati 14° Censimento popolazione e abitazioni (ISTAT, 2001)

I carichi più consistenti di nutrienti, BOD e COD sono prodotti nei sottobacini Nera, Nestore, Topino-Marroggia e Alto Tevere, sottobacini nei quali risiede la maggior parte della popolazione umbra.

2.1.2 Carico agricolo potenzialmente generato

Il carico agricolo potenzialmente generato viene calcolato applicando tassi di impiego medio dei fertilizzanti inorganici utilizzati per tipo di coltura ai valori delle superficie agricole coltivate.

L'estensione delle superfici del territorio regionale per tipo di coltura è fornita dal V Censimento Istat dell'Agricoltura (2000).

Il valore del tasso di impiego medio dell'azoto per tipo di coltura è assunto pari alla dose indicata alla tabella 1 del Codice di Buona Pratica Agricola (CBPA).

Tab. 71 - Tassi di impiego medio di azoto per tipo di coltura

Tipo di coltura	Categoria	Fabbisogno di azoto (kg/ha)
CEREALI	Frumento tenero (Centro-Nord)	180
	Frumento duro (Sud)	140
	Farro	80
	Orzo	120
	Avena	100
	Segale	80
	Riso	160
	Mais (irrigato)	280
LEGUMINOSE	Ceci	20
	Cicerchia	20
	Fava	20
	Fagiolo	20
	Lenticchia	20
	Pisello	20
PIANTE DA TUBERO	Patata	150
PIANTE INDUSTRIALI	Barbabietola da zucchero	150
	Colza	180
	Girasole	100
	Soia	20
	Tabacco	50
COLTURE ORTIVE	Aglio	120
	Carota	150
	Cipolla	120
	Rapa	120
	Asparago	180
	Bietola da coste	130
	Carciofo	200
	Cavolo verza e cappuccio	200
	Cavolo broccolo	150
	Cavolfiore	200
	Finocchio	180
	Insalata (Lattuga)	120
	Insalata (Cicoria)	180
	Sedano	200
	Spinacio	120
	Cetriolo	150
	Cocomero	100
	Fragola	150
	Melanzana	200
	Melone	120
	Peperone	180
	Pomodoro	160
	Zucchini	200
FORAGGERE	Prati-Pascoli	0*
	Erbai graminacee	110
	Prati ed erbai leguminosi	20
COLTURE ARBOREE	Vite	110
	Olivo	200
	Fruttiferi	100

* Coefficienti modificati rispetto a quanto contenuto nel CBPA

Fonte: Dosi di riferimento per le concimazioni azotate – Tab. 1 Codice di Buona Pratica Agricola

Viene tuttavia proposta una modifica rispetto a tali coefficienti per quanto riguarda il prato pascolo. Infatti, considerando che normalmente il prato pascolo in Umbria non viene concimato, vengono applicati alle superfici corrispondenti coefficienti di produzione di nutrienti pari a zero.

Per quanto riguarda le categorie “ortive”, “piante da semi oleosi – altre piante” e “altri cereali” viene adottato un valore del coefficiente di produzione dell’azoto pari al valore medio delle colture comprese nella relativa categoria e rispettivamente pari a 158 Kg N/ha, 100 Kg N/ha e 123 Kg N/ha.

Per quanto riguarda invece la categoria individuata nel censimento ISTAT come “foraggiere”, in assenza di informazioni di dettaglio sulle sottocategorie in essa ricadenti, viene adottato il coefficiente proposto nel Documento di Aggiornamento del Piano di Risanamento delle Acque pari a 40 Kg N/ha.

Per il fosforo vengono assunti i tassi di impiego medio per tipo di coltura riportati in Tab. 72.

Tab. 72 - Tassi di impiego medio di fosforo per tipo di coltura

Tipo di coltura	Categoria	Fabbisogno di fosforo (kg/ha)
CEREALI	frumento tenero	45
	frumento duro	45
	mais	45
	orzo	35
	avena	35
	sorgo	45
	segale	35
	altri cereali	35
LEGUMINOSE	fave e favette	65
	lenticchie	65
	soia	50
	altre leguminose da granella	65
PIANTE INDUSTRIALI	girasole	25
	tabacco	50
	barbabietola	65
	colza e ravizzone	45
COLTURE ORTIVE	ortive pieno campo	50
	pomodori	65
	pascoli	20
	prati-pascoli	20
	prati	45
	erba medica	20
	erbai graminacee	20
	erbai leguminose	45
	erbai misti	35
	altre foraggiere	35
COLTURE ARBOREE	olivo	45
	vite	110
	altre arboree da frutto	65
	altre arboree	40
ALTRE COLTURE	patate	55
	riposo colturale	0
	altri seminativi	35
	orti familiari	30
	vivai	60
	altre utilizzazioni	20

Fonte: ARPA Umbria

Si precisa che, ai fini del calcolo, la categoria indicata nel censimento ISTAT come “ortive” è in questo caso assimilata alla categoria “ortive pieno campo”, che presenta un valore del coefficiente di fosforo pari a 50 Kg P/ha, mentre per le categorie “piante da semi oleosi – altre piante” e “foraggere” vengono adottati valori rispettivamente pari a 45 Kg P/ha e 20 Kg P/ha.

Per quanto riguarda la categoria “prato-pascolo” valgono le stesse considerazioni fatte per i coefficienti di produzione dell’azoto.

I dati a scala comunale sono stati rielaborati a scala di bacino idrografico utilizzando la distribuzione del territorio comunale all’interno dei bacini idrografici così come fatto per la stima dei fabbisogni idrici del settore. E’ stata fatta quindi l’ipotesi che le colture siano uniformemente distribuite sul territorio comunale.

I risultati della elaborazione a scala di bacino vengono presentati in Fig. 47.

Tab. 73 - Carico agricolo potenzialmente generato per bacino idrografico

Sottobacino	P (kg/anno)	N (kg/anno)
ALTO TEVERE	1.814.835	5.395.545
MEDIO TEVERE	2.244.148	6.939.172
BASSO TEVERE	1.082.094	3.371.913
CHIASCIO	1.017.123	3.370.741
TOPINO MARROGGIA	2.317.795	7.786.134
TRASIMENO	708.651	2.439.662
NESTORE	1.285.743	4.064.252
PAGLIA CHIANI	1.292.133	3.252.370
NERA	1.402.093	4.441.993
ARNO	193.626	674.379
TAMA	203.767	623.737
TOTALE	13.562.008	42.359.898

Fonte: Elaborazione ARPA Umbria dati V° Censimento Agricoltura (ISTAT, 2000)

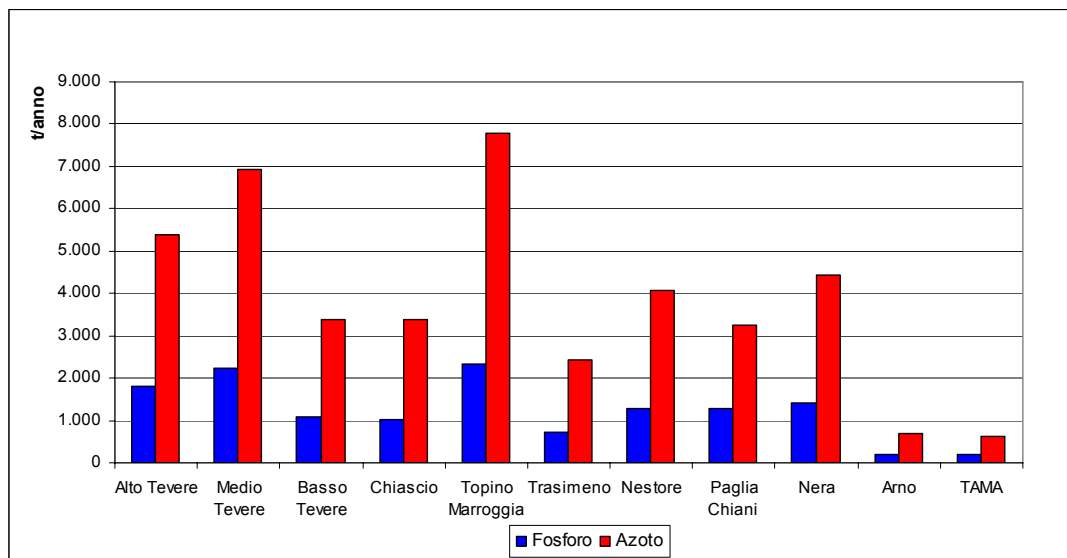


Fig. 47 - Carico agricolo potenzialmente generato per bacino idrografico

Fonte: Elaborazione ARPA Umbria dati V° Censimento Agricoltura (ISTAT, 2000)

Dall’analisi risulta che i maggiori contributi alla produzione di azoto e fosforo a scala regionale vengono dal sottobacino Topino – Marroggia, Alto Tevere e Medio Tevere, sottobacini che comprendono le valli più intensamente coltivate. Per il settore agricolo sono disponibili anche i dati relativi alle tipologie colturali praticate nei terreni delle aziende che hanno aderito alle Politiche Agricole Comunitarie (PAC) per l’anno 2003. La disponibilità di questo dato, a scala di particella

catastale, ha consentito di approfondire l'analisi dei carichi di nutrienti di origine agricola. Va sottolineato che tali dati, se da una parte presentano un maggiore dettaglio territoriale e sono più aggiornati rispetto a quelli forniti dal Censimento ISTAT, non sono rappresentativi della totalità delle pratiche agricole regionali. Sono incluse nelle PAC, infatti, le aziende che coltivano seminativi almeno su una parte dei propri terreni, mentre rimangono escluse tutte le superfici di proprietà di aziende che praticano altri tipi di colture come, ad esempio, la viticoltura e l'olivicoltura, nonché gran parte delle superfici boscate e a pascolo. Tuttavia le superfici investite a seminativo rappresentano gran parte delle aree in cui vengono applicati fertilizzanti azotati. La superficie complessivamente oggetto delle PAC 2003 è pari a 327.764 ettari; di questa superficie la SAU (superficie aziendale al netto di fabbricati, boschi...) è pari a 250.450 ettari corrispondente al 65 % della superficie agricola utilizzata calcolata sui dati del Censimento ISTAT.

Tab. 74 – Superfici per tipo di coltura oggetto delle PAC (dati 2003)

Tipo di coltura	Categoria	Superficie (ha)
CEREALI	frumento tenero	28919
	frumento duro	24003
	mais	27903
	orzo	17182
	avena	4948
	sorgo	670
	segale	153
	altri cereali	1480
LEGUMINOSE	fave e favette	4370
	lenticchie	1532
	soia	92
	altre leguminose da granella	223
PIANTE INDUSTRIALI	girasole	20480
	tabacco	7666
	barbabietola	4033
	colza e ravizzone	133
COLTURE ORTIVE	ortive pieno campo	893
	pomodori	588
FORAGGERE	pascoli	24675
	prati-pascoli	3374
	prati	10102
	erba medica	17495
	erbai graminacee	1441
	erbai leguminose	2579
	erbai misti	3616
	altre foraggere	3763
COLTURE ARBOREE	olivo	9753
	vite	6524
	altre arboree da frutto	1034
	altre arboree	3342
ALTRE COLTURE	patate	145
	riposo colturale	11083
	altri seminativi	1711
	orti familiari	458
	vivai	121
	altre utilizzazioni	3901
	TOTALE	250.450

Fonte: dati PAC 2003

Il carico agricolo potenzialmente generato è stato quindi calcolato applicando i tassi di impiego medio dei fertilizzanti inorganici utilizzati per tipo di coltura ai valori delle superfici agricole dichiarate ai fini PAC.

Tab. 75 - Tassi di impiego medio dei fertilizzanti inorganici

Tipo di coltura	Categoria	N	P
CEREALI	frumento tenero	180	45
	frumento duro	140	45
	mais	280	45
	orzo	120	35
	avena	100	35
	sorgo	100	45
	segale	80	35
	altri cereali	80	35
LEGUMINOSE	fave e favette	20	65
	lenticchie	20	65
	soia	20	50
	altre leguminose da granella	20	65
PIANTE INDUSTRIALI	girasole	100	25
	tabacco	50	50
	barbabietola	150	65
	colza e ravizzone	180	45
COLTURE ORTIVE	ortive pieno campo	158	50
	pomodori	160	65
FORAGGERE	pascoli	80	20
	prati-pascoli	80	20
	prati	20	45
	erba medica	0	20
	erbai graminacee	110	20
	erbai leguminose	20	45
	erbai misti	65	35
	altre foraggere	65	35
COLTURE ARBOREE	olivo	200	45
	vite	110	110
	altre arboree da frutto	100	65
	altre arboree	50	40
ALTRE COLTURE	patate	150	55
	riposo colturale	0	0
	altri seminativi	80	35
	orti familiari	50	30
	vivai	100	60
	altre utilizzazioni	50	20

Fonte: ARPA Umbria

Tali coefficienti differiscono solo parzialmente da quelli adottati per la valutazione dei carichi agricoli a partire dai dati ISTAT.

Le differenze di rilievo riguardano la categoria “prati-pascoli” per la quale viene assunto un coefficiente diverso da 0 e pari ad 80. Ciò in considerazione del fatto che le aree aderenti alle Politiche Agricole

Comunitarie ricadono in zone agricole a carattere produttivo e, come tali, sottoposte a trattamenti di concimazione. Il dato ISTAT per la medesima categoria evidenzia invece una forte prevalenza di aree di pascolo montano, tipicamente non sottoposte a fertilizzazione.

I dati a scala di foglio catastale sono stati rielaborati a scala di bacino idrografico, valutando, mediante elaborazioni GIS, la distribuzione dei singoli fogli all'interno dei bacini idrografici.

I risultati della elaborazione a scala di bacino vengono presentati in Fig. 48.

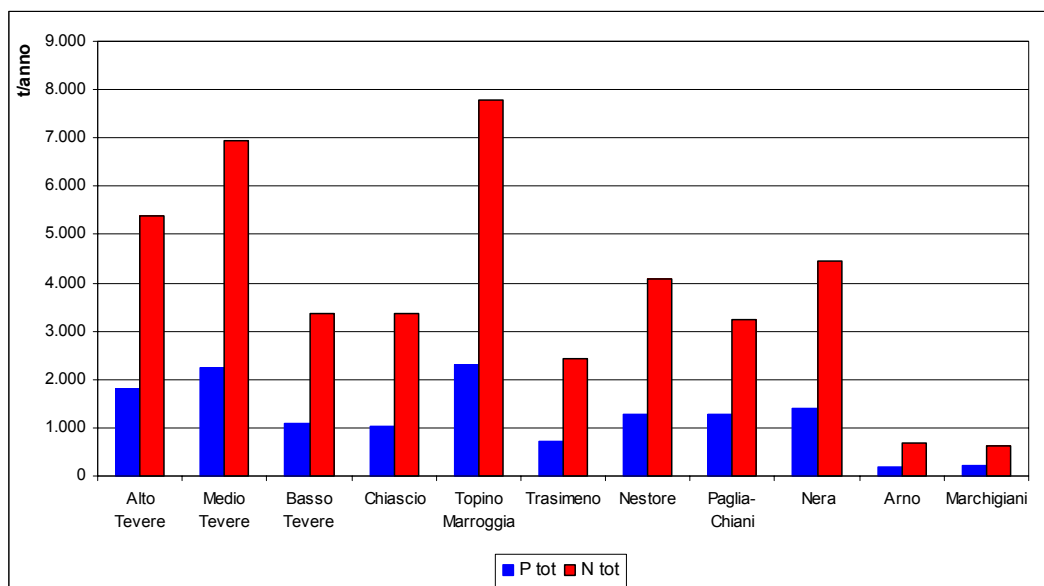


Fig. 48 - Carico agricolo potenzialmente generato per bacino idrografico

Fonte: Elaborazione ARPA Umbria dati PAC 2003

Il carico stimato sulla base dei dati PAC è per quasi tutti i sottobacini inferiore a quello precedentemente stimato sulla base dei dati del Censimento Istat.

Le differenze tra le due stime derivano da due fattori principali. Il primo è rappresentato dal fatto che il dato PAC interessa una superficie agricola inferiore rispetto al Censimento Istat; il secondo è legato alla variazione di colture praticate nel 2000, anno del Censimento Istat, e nel 2003, anno dei dati PAC. Le differenze riscontrate per la gran parte dei sottobacini sono pertanto riconducibili al primo fattore. Il secondo fattore potrebbe, invece, spiegare il dato relativo all'Alto Tevere, dove sui dati PAC viene stimato un carico leggermente superiore a quello stimato sui dati Istat, o al bacino dell'Arno dove sui dati PAC, riferiti ad una superficie di poco inferiore a quella Istat, si ottiene una stima del carico decisamente inferiore.

Per tutte le successive analisi, si è scelto di fare riferimento alle stime del carico agricolo effettuate sui dati Istat, in quanto basate su dati omogenei per anno di censimento, metodologia di acquisizione e scala territoriale con quelli relativi alle altre fonti.

2.1.3 Carico zootecnico potenzialmente generato

Il carico potenzialmente generato di origine zootecnica è stato stimato applicando i fattori di carico per tipologia di specie allevata forniti nell'Aggiornamento del P.R.R.A. al numero di capi per specie allevata presenti nel territorio regionale, come dedotti dal 5° Censimento dell'Agricoltura condotto da Istat nel 2000.

Tab. 76 - Fattori di carico per tipologia specie allevata

	Bovini e bufalini	Ovini caprini	Equini	Suini	Avicoli-cunicoli
Fosforo (Kg/capo/anno)	9	2,8	9	4,5	0,2
Azoto (Kg/capo/anno)	60	7	58	15	0,5
BOD (Kg/capo/anno)	200	55,0	200	90,0	1,0
COD (Kg/capo/anno)	430	118,3	430	193,5	2,2

Fonte: Documento di Aggiornamento P.R.R.A., Regione Umbria, 2000

Il dato a scala comunale è stato rielaborato a scala di bacino idrografico utilizzando la distribuzione del territorio comunale all'interno dei bacini idrografici analogamente a quanto fatto per i carichi del settore agricolo. Quindi, anche in questo caso viene fatta l'ipotesi che le attività zootecniche siano uniformemente distribuite sul territorio comunale.

Tab. 77 - Produzioni teoriche di Fosforo, Azoto, BOD, COD di origine zootecnica per sottobacino

Sottobacino	P (kg/anno)	N (kg/anno)	BOD (kg/anno)	COD (kg/anno)
ALTO TEVERE	332.421	1.269.953	5.563.190	11.982.938
MEDIO TEVERE	494.928	1.657.795	7.071.905	15.254.434
BASSO TEVERE	141.307	588.099	2.628.344	5.656.332
CHIASCIO	384.055	1.474.334	6.795.227	14.627.998
TOPINO MARROGGIA	657.981	2.334.264	9.260.122	19.979.775
TRASIMENO	187.008	640.011	3.271.617	7.042.593
NESTORE	298.889	1.060.035	5.278.727	11.362.725
NERA	378.386	1.493.497	6.587.287	14.184.997
PAGLIA CHIANI	100.227	381.916	1.580.597	3.406.798
ARNO	48.548	167.388	837.278	1.802.576
TAMA	48.908	213.609	860.468	1.852.875
TOTALE REGIONALE	3.072.658	11.280.901	49.734.762	107.154.041

Fonte: Elaborazione ARPA Umbria dati V° Censimento Agricoltura (ISTAT, 2000)

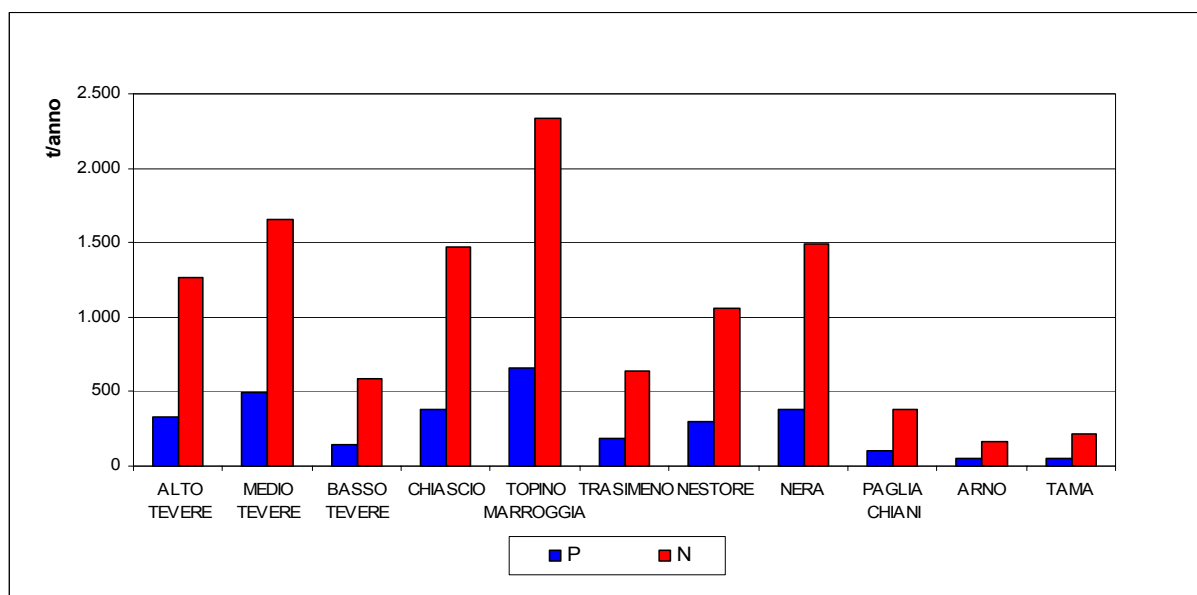


Fig. 49 - Carico potenzialmente generato di origine zootecnica per bacino idrografico (P e N)

Fonte: Elaborazione ARPA Umbria dati V° Censimento Agricoltura (ISTAT, 2000)

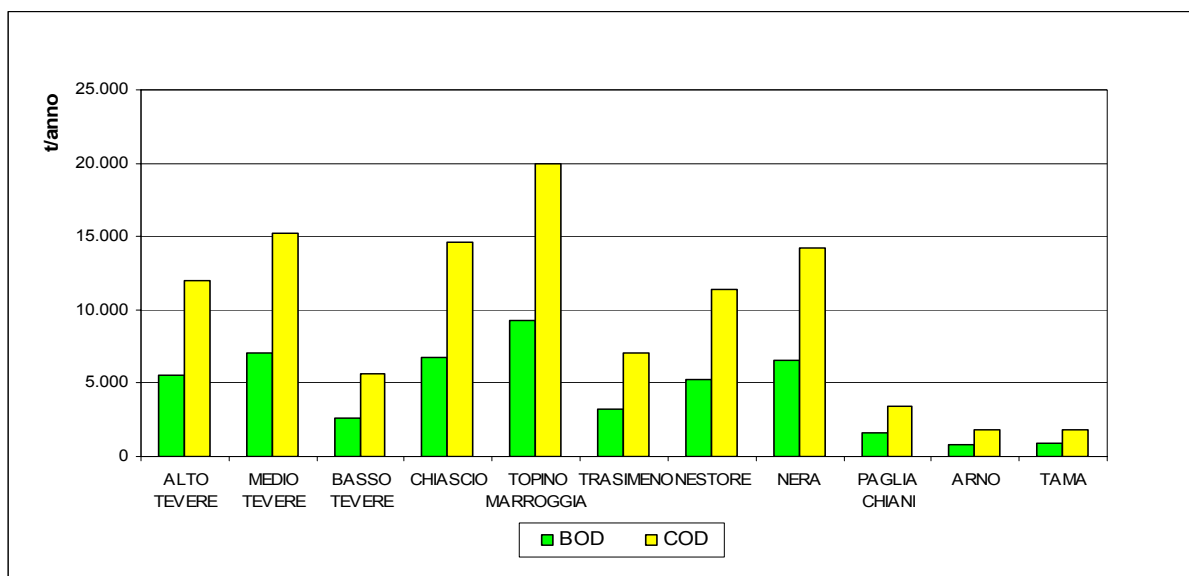


Fig. 50 - Carico potenzialmente generato di origine zootecnica per bacino idrografico (BOD e COD)

Fonte: Elaborazione ARPA Umbria dati V° Censimento Agricoltura (ISTAT, 2000)

Dall'analisi risulta che maggiore responsabile della produzione del carico zootecnico a scala regionale è il sottobacino Topino – Marroggia. Contributi importanti vengono anche dai sottobacini Medio Tevere, Chiascio e Trasimeno.

La metodologia adottata ha permesso di stimare il carico zootecnico potenzialmente generato dalle principali specie allevate.

In alcuni sottobacini tuttavia acquista importanza un altro settore di produzione di carico zootecnico: l'itticoltura. Questa attività viene presa in considerazione in quanto la sua progressiva espansione e la tendenza ad indirizzare l'allevamento di organismi acquatici verso tecnologie di tipo intensivo, sta evidenziando, per alcuni corsi d'acqua umbri, problematiche di tipo ambientale connesse all'impatto di questi impianti sugli ecosistemi acquatici.

Le principali componenti del carico inquinante potenzialmente generato dalle itticultore intensive hanno origine da residui di mangime non consumato, residui fecali e cataboliti escreti. Si tratta di composti contenenti azoto particolato e disciolto, cataboliti azotati disciolti, fosforo e sostanza organica ossidabile. Nella componente solida dei reflui si osserva una frazione più grossolana, che tende a sedimentare (solidi sedimentabili) e una componente più fine che tende a rimanere in sospensione (solidi sospesi). Possono essere inoltre presenti residui di trattamenti antibiotici, disinfettanti o antifouling.

La formulazione di criteri generali per la stima dei carichi inquinanti dalla piscicoltura intensiva è ancora problematica. Un rapporto dell'EIFAC/FAO (1982) ha stabilito che le quantità di cataboliti rilasciate giornalmente in acqua da 1 tonnellata di pesce allevato in acque dolci variano tra 0,1 e 0,5 kg di azoto ammoniacale, tra 0,03 e 0,3 kg di fosforo totale, tra 1,3 e 11 kg di solidi sospesi, tra 1,4 e 2,7 kg BOD; possono inoltre raggiungere 1,5 kg di azoto in forma ossidata e fino a 31 kg COD. Tentativi di esprimere questi carichi in termini di inquinamento da abitante equivalente (A.E.) hanno fornito valori oscillanti tra 20 e 60 A.E. (ICES, 1988).

Secondo le esperienze maturate in alcuni Paesi Europei è stato calcolato l'incremento netto della concentrazione di alcuni parametri nell'acqua dopo il passaggio attraverso impianti di acquacoltura. I valori sono normalizzati in kg/giorno per t/anno di prodotto (Alabaster, 1982).

Tab. 78 - Monitoraggio eseguito in alcuni paesi europei (kg/giorno/t/anno prodotto)

Paese	Solidi sospesi	BOD	COD	N-NH ₃	N-NO ₃	P tot.
Cipro	1,3	1,4	n.d.	0,4	0	0,16
Danimarca	1,4	2,1	1,0	0,2	0,1	0,06
Finlandia	1,5	1,5	n.d.	0,1	0,5	0,08
Germania Federale	n.d.	n.d.	n.d.	0,5	1,5	0,27
Gran Bretagna	4,1-9,4	2,4	n.d.	0,1	0,3-0,5	0,03-0,01
Italia	11,0	1,5	n.d.	0,4	n.d.	0,31
Norvegia	3,5	2,7	31,0	0,3	0,9	0,14

n.d. = informazione non disponibile

Fonte: Alabaster, 1982

Tenuto conto delle indicazioni fornite dal rapporto dell'EIFAC/FAO del 1982 e dei valori riportati in Tab. 78 per il territorio nazionale, ai fini della valutazione dei carichi inquinanti potenzialmente generati dagli impianti di itticoltura in Umbria, vengono assunti i coefficienti unitari riportati in Tab. 79.

Per COD e Azoto in forma ossidata mancano coefficienti stimati per la realtà italiana e non si è ritenuto opportuno applicare coefficienti calcolati in ambienti molto diversi da quello del territorio nazionale.

Per quanto riguarda invece il parametro P_{tot} è stato utilizzato il coefficiente messo a punto nell'ambito del Piano Stralcio per la salvaguardia delle acque e delle sponde del Lago di Piediluco, adottato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del Fiume Tevere con Del. 111 del 30 novembre 2005, che stima il carico di fosforo da impianti di itticoltura ricadenti nell'area.

Tab. 79 - Coefficienti di carico ittico unitario

Parametro	Quantità rilasciata per t/anno di pesce allevato [Kg/giorno]
N-NH ₄	0,4
P _{tot}	0,01
SS	11
BOD	1,5

Fonte: ARPA Umbria

I dati relativi agli impianti di itticoltura localizzati in Umbria sono stati dedotti dal Documento di Aggiornamento del Piano di Risanamento delle Acque, ed ulteriormente integrati con quelli più recenti frutto delle analisi svolte nell'ambito del Progetto di Monitoraggio degli Impianti di Itticoltura della Valnerina (ARPA Umbria, 2002).

Da tale quadro risulta un totale di 16 impianti aventi le caratteristiche principali descritte in Tab. 80.

Tab. 80 - Impianti di itticoltura in Umbria

ID	Comune	Corpo idrico attingimento	Corpo idrico recettore scarico	Sottobacino	Produttività q/anno	Portata l/s	Tipo di allevamento
1	Cerreto di Spoleto	Torrente Vigi	Torrente Vigi	Nera	500	222	Intensivo, ciclo aperto da avannotti
2	Cerreto di Spoleto	acqua di sorgente e di pozzo	Fiume Nera	Nera	170	95	Intensivo, ciclo aperto da uova
3	Preci	Sorgente Molini	Canale Molinaccio	Nera	130	95	Intensivo, ciclo aperto da avannotti
4	Preci	Torrente Campiano	Torrente Campiano	Nera	1000	400	Intensivo, ciclo aperto da avannotti
5	Preci	Torrente Campiano	Torrente Campiano	Nera	2000	1000	Intensivo, ciclo aperto da trotelle
6	Norcia	Torrente Campiano	Torrente Campiano	Nera	1500	95	Intensivo, ciclo aperto da uova
7	Vallo di Nera	Fiume Nera	Fiume Nera	Nera	4500	3000	Intensivo, ciclo aperto da trotelle
8	Norcia	Fiume Corno	Fiume Corno	Nera	12000	3000	semi-intensivo, ciclo aperto da avannotti
9	Scheggino	sorgenti Casana	Torrente Casana	Nera	200	350	
10	Norcia	Fiume Sordo	Fiume Sordo	Nera	50	1200	Intensivo, ciclo aperto da uova
11	Norcia	Fiume Sordo	Fiume Sordo	Nera	30	550	ciclo aperto da trotelle
12	Gualdo Tadino	Rio Fergia		Topino Marroggia	20		
13	Fossato di Vico	Fosso Rigoli		Chiascio	20		
14	Campello sul Clitunno	Fiume Clitunno		Topino Marroggia	800	600	
15	Campello sul Clitunno	Fiume Clitunno		Topino Marroggia	30		
16	Ferentillo	Fosso Terria, Fiume Nera	Fiume Nera	Nera		150 Terria +1000 Nera	

Fonte: Documento di Aggiornamento P.R.R.A., Regione dell'Umbria, 2000

L'applicazione dei coefficienti unitari alle quantità di pesce prodotto negli impianti umbri fornisce la stima del carico potenziale teorico ittico per i sottobacini interessati dalla presenza degli allevamenti.

Tab. 81 - Carico ittico potenzialmente generato per sottobacino (in Kg/anno)

Sottobacino	N. impianti	N-NH4	Ptot	SS	BOD
Chiascio	1	292	7	8.030	1.095
Topino Marroggia	3	12.410	310	341.275	46.538
Nera	12	322.368	8.059	8.865.120	1.208.880
Totale	16	335.070	8.377	9.214.425	1.256.513

Fonte: ARPA Umbria

Per i tre sottobacini interessati dalla presenza di impianti di itticultura, nell'analisi del carico teorico zootecnico verrà considerato anche il carico di origine ittica.

2.1.4 Carico industriale potenzialmente generato

La stima del carico potenzialmente generato di origine industriale è stata effettuata mediante l'applicazione di metodi parametrici ai dati relativi alla consistenza occupazionale regionale per categoria di attività industriale (classificazione ATECO), così come dedotta dall'8° Censimento dell'Industria e dei Servizi svolto dall'ISTAT nell'anno 2001.

I carichi stimati sono relativi ai parametri BOD, COD, azoto e fosforo.

Per la stima del carico potenziale di azoto e fosforo, vengono adottati i coefficienti proposti dall'Istituto di Ricerca sulle Acque del CNR (IRSA-CNR), indifferenziati per categorie di attività. Per la stima del carico potenziale di azoto viene adottato il coefficiente pari a 10 kg/anno/addetto mentre il fosforo totale di origine industriale viene stimato nel 10% del fosforo prodotto dalla popolazione nello stesso territorio.

Per la stima del carico potenziale espresso come BOD e COD, invece, viene applicata la metodologia proposta nel Documento di Aggiornamento del Piano Regionale di Risanamento delle Acque, che fornisce il valore del coefficiente di produzione unitaria per questi due parametri differenziato per 117 categorie di attività produttive.

Tab. 82 - Fattori di carico per tipo di attività industriale

Codice Attività	Attività industriale	BOD (Kg/addetto/anno)	COD (Kg/addetto/anno)
151	Produzione, lavorazione e conservazione di carne, esclusi i volatili	965,1	2245,5
152	Lavorazione e conservazione di pesce e di prodotti a base di pesce	3239,8	7926,2
153	Lavorazione e conservazione di frutta e ortaggi	965,1	2245,5
154	Fabbricazione di oli e grassi vegetali ed animali	965,1	2245,5
155	Industria lattiero-casearia	3239,77	7926,23
156	Lavorazione delle granaglie e di prodotti amidacei	965,15	2245,49
157	Fabbricazione di prodotti per l'alimentazione degli animali	5514,39	13606,96
158	Fabbricazione di altri prodotti alimentari	3239,77	7926,23
159	Industria delle bevande	5514,39	13606,96
160	Industria del tabacco	5514,39	13606,96
171	Preparazione e filatura di fibre tessili	854,29	2580,55
172	Tessitura di materiali tessili	854,29	2580,55
173	Finissaggio dei tessili	854,29	2580,55
174	Confezionamento di articoli in tessuto, esclusi gli articoli di vestiario	854,3	2580,6
175	Altre industrie tessili	854,29	2580,55
177	Fabbricazione di articoli in maglieria	854,29	2580,55
181	Confezioni di vestiario in pelle	1203	3753,4
182	Confezione di altri articoli di vestiario ed accessori	1202,95	3753,44

Codice Attività	Attività industriale	BOD (Kg/addetto/anno)	COD (Kg/addetto/anno)
183	Preparazione e finitura di pellicce; confezione di articoli in pelliccia	1203	3753,4
191	Preparazione e concia del cuoio	1202,95	3753,44
192	Fabbricazione di articoli da viaggio, borse, articoli da correggiaio e selleria	1202,95	3753,44
193	Fabbricazione di calzature	1203	3753,4
201	Taglio, piallatura e trattamento del legno	13,45	26,9
202	Fabbricazione di fogli da impiallacciatura; Fabbricazione di compensato, pannelli stratificati (ad anima listellata), pannelli di fibre, di particelle ed altri pannelli	13,45	26,9
203	Fabbricazione di elementi di carpenteria in legno e falegnameria per l'edilizia	13,45	26,9
204	Fabbricazione di imballaggi in legno	13,45	26,9
205	Fabbricazione di altri prodotti in legno; Fabbricazione di articoli in sughero, paglia e materiali da intreccio	13,45	26,9
211	Fabbricazione della pasta-carta	482,16	1090,2
212	Fabbricazione di articoli di carta e cartone	482,16	1090,2
221	Editoria	482,16	1090,2
222	Stampa e attività dei servizi connessi alla stampa	482,16	1090,2
241	Fabbricazione dei prodotti chimici di base	787,21	6211,28
243	Fabbricazione di pitture, vernici e smalti, inchiostri da stampa e mastici	787,21	6211,28
244	Fabbricazione di prodotti farmaceutici e di prodotti chimici e botanici per usi medicinali	787,21	6211,28
245	Fabbricazione di saponi, detersivi detergenti, di prodotti per la pulizia e la lucidatura, di profumi e prodotti per la toletta	787,21	6211,28
246	Fabbricazione di altri prodotti chimici	787,21	6211,28
247	Fabbricazione di fibre sintetiche ed artificiali	575,72	1239,05
251	Fabbricazione di articoli in gomma	162,73	448,37
252	Fabbricazione di articoli in materie plastiche	162,73	448,37
261	Fabbricazione di vetro e di prodotti in vetro	29,56	88,69
262	Fabbricazione di prodotti ceramici non refrattari, non destinati all'edilizia; Fabbricazione di prodotti ceramici refrattari	29,56	88,69
263	Fabbricazione di piastrelle e lastre in ceramica per pavimenti e rivestimenti	29,56	88,69
264	Fabbricazione di mattoni, tegole ed altri prodotti per l'edilizia in terracotta	29,56	88,69
265	Produzione di cemento, calce e gesso	29,56	88,69
266	Fabbricazione di prodotti in calcestruzzo, cemento o gesso	29,56	88,69
267	Taglio, modellatura e finitura in pietra	29,56	88,69
271	Produzione di ferro, di acciaio e di ferroleghe (CECA)	69,16	498,25
273	Altre attività di prima trasformazione del ferro e dell'acciaio e produzione di ferroleghe non CECA	69,16	498,25
275	Fusione di metalli	124,34	621,91
281	Fabbricazione di elementi da costruzione in metallo	124,34	621,91
282	Fabbricazione di cisterne, serbatoi e contenitori in metallo; Fabbricazione di radiatori e caldaie per riscaldamento centrale	124,34	621,91
284	Fucinataura, imbutitura, stampaggio e profilatura dei metalli; metallurgia delle polveri	124,34	621,91
285	Trattamento e rivestimento dei metalli, lavorazione di meccanica generale per conto terzi	124,34	621,91

Codice Attività	Attività industriale	BOD (Kg/addetto/anno)	COD (Kg/addetto/anno)
286	Fabbricazione di articoli di coltelleria, utensili e oggetti diversi in metallo	73,38	344,51
287	Fabbricazione di altri prodotti in metallo	124,34	621,91
291	Fabbricazione di macchine e apparecchi per la produzione e l'utilizzazione dell'energia meccanica, esclusi i motori per aeromobili, veicoli e motocicli	22,42	67,11
292	Fabbricazione di altre macchine di impiego generale	22,42	67,11
293	Fabbricazione di macchine per l'agricoltura e la silvicoltura	73,38	344,51
295	Fabbricazione di altre macchine per impieghi speciale	22,42	67,11
296	Fabbricazione di armi, sistemi d'arma e munizioni	124,34	621,91
297	Fabbricazione di apparecchi per uso domestico n.c.a.	124,34	621,91
300	Fabbricazione di macchine per ufficio, di elaboratori e sistemi informatici	36,5	104,29
311	Fabbricazione di motori, generatori e trasformatori elettrici	36,5	104,29
313	Fabbricazione di fili e cavi elettrici	36,5	104,29
315	Fabbricazione di apparecchi di illuminazione e di lampade elettriche	36,5	104,29
316	Fabbricazione di altri apparecchi elettrici n.c.a.	36,5	104,29
321	Fabbricazione di tubi e valvole elettronici e di altri componenti elettronici	36,5	104,29
322	Fabbricazione di apparecchi trasmettenti per la radio diffusione e la televisione e di apparecchi per la telefonia e telegrafia su filo	36,5	104,29
323	Fabbricazione di apparecchi riceventi per la radio diffusione e la televisione, di apparecchi per la registrazione e la riproduzione del suono o dell'immagine e di prodotti connessi	36,5	104,29
331	Fabbricazione di apparecchi medicali e chirurgici e di apparecchi ortopedici	36,5	104,29
332	Fabbricazione di strumenti e apparecchi di misurazione , controllo, prove, navigazioni e simili, escluse le apparecchiature di controllo dei processi industriali	36,5	104,29
333	Fabbricazione di apparecchiature per il controllo dei processi industriali	36,5	104,29
334	Fabbricazione di strumenti ottici e di attrezzature fotografiche	36,5	104,29
341	Fabbricazione di autoveicoli	23,9	52,47
342	Fabbricazione di carrozzerie per autoveicoli; Fabbricazione di rimorchi e semirimorchi	23,9	52,47
343	Fabbricazione di parti ed accessori per autoveicoli e per loro motori	23,9	52,47
354	Fabbricazione di motocicli e biciclette	22,56	46,68
355	Fabbricazione di altri mezzi di trasporto n.c.a.	22,56	46,68
361	Fabbricazione di mobili	68,89	324,4
362	Gioielleria ed oreficeria	9,53	22,27
366	Altre industrie manifatturiere n.c.a.	11,5	24,6
353	Costruzione di aeromobili e veicoli spaziali	22,6	46,7
365	Fabbricazione giocattoli	9,5	22,3
502	Manutenzione e riparazione autoveicoli	36,5	104,29
363	Fabbricazione di strumenti musicali	9,5	22,3
101	Estrazione ed agglomerazione carbon fossile	438	1251,42
111	Estrazione di petrolio greggio e di gas naturale	657	1877,1

Codice Attività	Attività industriale	BOD (Kg/addetto/anno)	COD (Kg/addetto/anno)
112	Attività servizi connessi estrazione petrolio e gas tranne prospezione	657	1877,1
131	Estrazione di minerali di ferro	109,5	312,8
141	Estrazione di pietra	591,3	1182,6
142	Estrazione di ghiaia sabbia e argilla	591,3	1182,6
145	Estrazioni di altri minerali e prodotti di cava	591,3	1182,6
17	Industrie tessili	854,3	2580,6
176	Fabbricazione di maglierie	854,3	2580,6
20	Industria del legno e dei prodotti in legno e sughero	13,5	26,9
21	Fabbricazione della pasta-carta, della carta e dei prodotti della carta	482,2	1090,2
223	Riproduzione di supporti registrati	9,5	22,3
232	Fabbricazione di prodotti petroliferi raffinati	1648,2	2272,7
242	Fabbricazione di pesticidi e di altri prodotti chimici per l'agricoltura	787,2	6211,3
26	Fabbricazione di prodotti della lavorazione di minerali non metalliferi	29,6	88,7
268	Fabbricazione di altri prodotti in minerali non metalliferi	29,6	88,7
27	Produzione di metalli e loro leghe	69,2	498,3
272	Fabbricazione di tubi	69,2	498,3
274	Produzione di metalli di base preziosi e non ferrosi	69,2	498,3
28	Fabbricazione e lavorazione prodotti in metallo escluse macchine e impianti	124,3	621,9
283	Fabbricazione generatori vapore, escluse caldaie per riscaldamento centrale ad acqua calda	124,3	621,9
29	Fabbricazione macchine ed apparecchi meccanici, installazione, montaggio, riparazione e manutenzione	22,4	67,1
294	Fabbricazione macchine utensili (compresi parti e accessori, installazione, ecc.)	22,4	67,1
31	Fabbricazione macchine ed apparecchi elettrici	36,5	104,29
314	Fabbricazione accumulatori, pile e batterie di pile	36,5	104,29
33	Fabbricazione apparecchi medicali, apparecchi di precisione, ottici e orologi	36,5	104,29
351	Industria cantieristica: costruzioni navali e riparazioni di navi e imbarcazioni	18	36,8
352	Costruzione locomotive, e materiale rotabile ferro-tranviario	22,6	46,7
364	Fabbricazione articoli sportivi	9,5	22,3
40	Produzione energia elettrica, gas, vapore e acqua calda	138	275,9
401	Produzione e distribuzione energia elettrica	138	275,9
402	Produzione di gas: distribuzione combustibili gassosi mediante condotta	138	275,9

Fonte: Istituto di Ricerca sulle Acque del CNR (IRSA-CNR); Documento di Aggiornamento del Piano Regionale di Risanamento delle Acque

I dati sono stati elaborati a scala di bacino idrografico utilizzando la distribuzione degli addetti all'industria per comune, analogamente a quanto fatto per la stima del fabbisogno idrico del medesimo settore.

Tab. 83 - Carico potenzialmente generato di origine industriale per bacino idrografico

Sootbacino	BOD (kg/anno)	COD (kg/anno)	N (kg/anno)	P (kg/anno)
ALTO TEVERE	12.938.271	36.239.040	161.492	7.789
MEDIO TEVERE	3.060.308	8.399.226	52.197	3.440
BASSO TEVERE	1.508.393	4.224.453	17.375	1.979
CHIASCIO	8.146.911	22.249.711	96.973	5.070
TOPINO MARROGGIA	8.811.646	25.650.797	147.220	8.579
TRASIMENO	1.028.010	2.965.518	17.767	1.617
NESTORE	10.847.122	29.943.416	131.664	8.737
PAGLIA CHIANI	1.936.713	5.309.658	24.043	2.612
NERA	5.814.359	19.263.421	129.285	8.932
ARNO	72.246	200.801	1.323	59
TAMA	241.906	612.261	1.210	122
TOTALE REGIONALE	54.405.885	155.058.302	780.549	48.936

Fonte: Elaborazione ARPA Umbria dati VIII Censimento ISTAT 2001

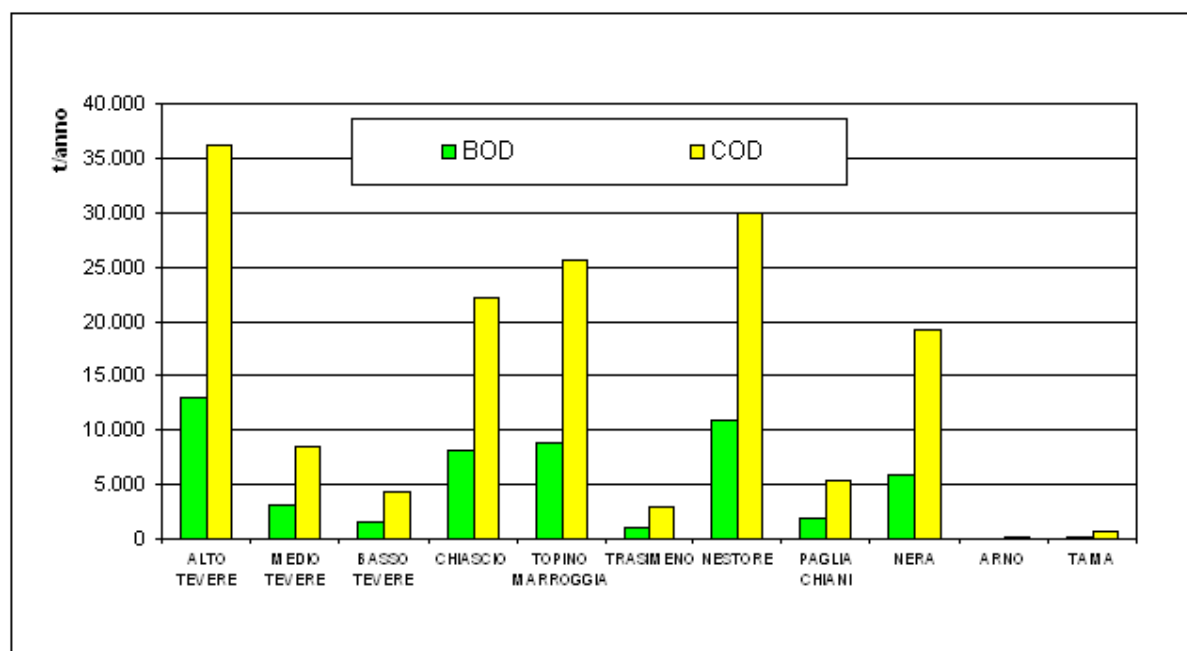


Fig. 51 - Carico potenzialmente generato di origine industriale espresso come BOD e COD per bacino idrografico

Fonte: Elaborazione ARPA Umbria dati VIII Censimento ISTAT 2001

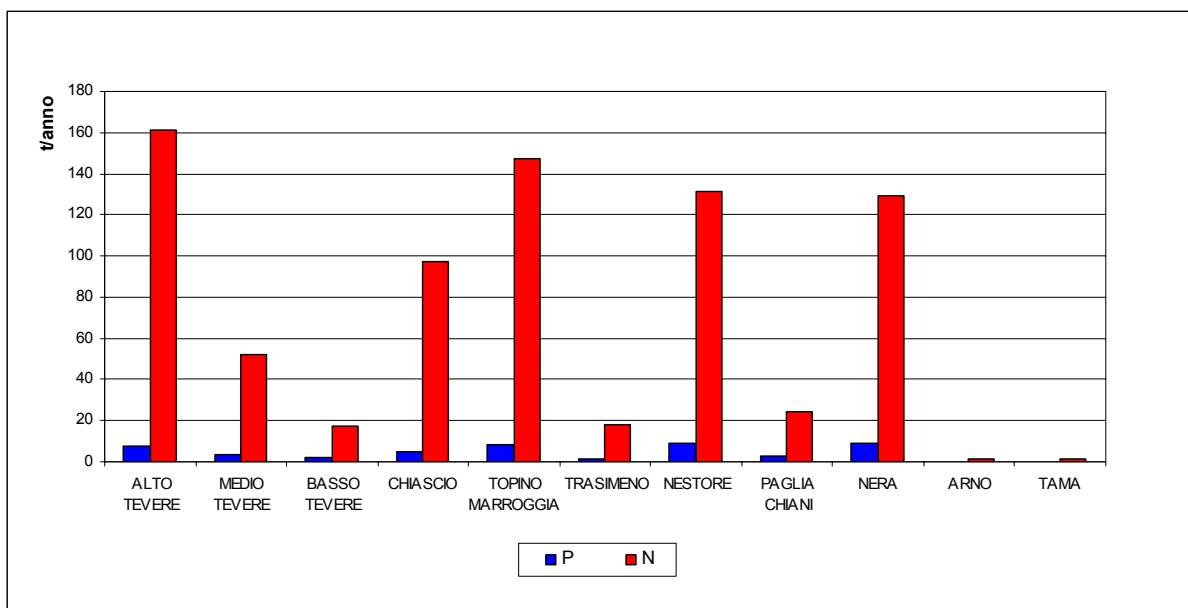


Fig. 52 - Carico potenzialmente generato di origine industriale espresso come fosforo totale e azoto totale per bacino idrografico

Fonte: Elaborazione ARPA Umbria dati VIII Censimento ISTAT 2001

In generale si osserva come l'apporto di nutrienti da parte dell'industria molto basso rispetto alle altre fonti di produzione, questo in particolare per il fosforo.

Mettendo a confronto i contributi dei vari sottobacini si osserva come il maggiore carico di BOD e COD viene prodotto dalle attività presenti nell'Alto Tevere; apporti significativi provengono dai sottobacini Nestore, Topino-Marroggia, Chiascio e Nera.

2.1.5 Carichi potenzialmente generati per sottobacino

Nelle tabelle e grafici seguenti si riportano i carichi di azoto, fosforo, BOD e COD potenzialmente generati per sottobacino.

Tab. 84 - Carichi di Fosforo e Azoto potenzialmente generati per sottobacino

Sottobacino	Civile		Agricolo		Zootecnico		Industriale		TOTALE	
	Fosforo t/anno	Azoto t/anno	Fosforo t/anno	Azoto t/anno	Fosforo t/anno	Azoto t/anno	Fosforo t/anno	Azoto t/anno	Fosforo t/anno	Azoto t/anno
Alto Tevere	80	602	1.815	5.396	332	1.270	8	161	2.235	7.429
Medio Tevere	35	266	2.244	6.939	495	1.658	3	52	2.778	8.915
Basso Tevere	20	147	1.082	3.372	141	588	2	17	1.245	4.124
Chiascio	50	375	1.017	3.371	384	1.474	5	97	1.456	5.318
Topino Marroggia	88	663	2.318	7.786	658	2.334	9	147	3.073	10.931
Trasimeno	15	110	709	2.440	187	640	2	18	912	3.207
Nestore	87	650	1.286	4.064	299	1.060	9	132	1.680	5.906
Paglia	24	180	1.292	3.252	100	382	3	24	1.419	3.838
Nera	92	692	1.402	4.442	386	1.493	9	129	1.889	6.757
ARNO	3	19	194	674	49	167	0	0	245	861
T.A.M.A.	2	12	204	624	49	214	0	2	254	851
Totale	495	3.716	13.562	42.360	3.080	11.281	49	781	17.186	58.138

Fonte: ARPA Umbria

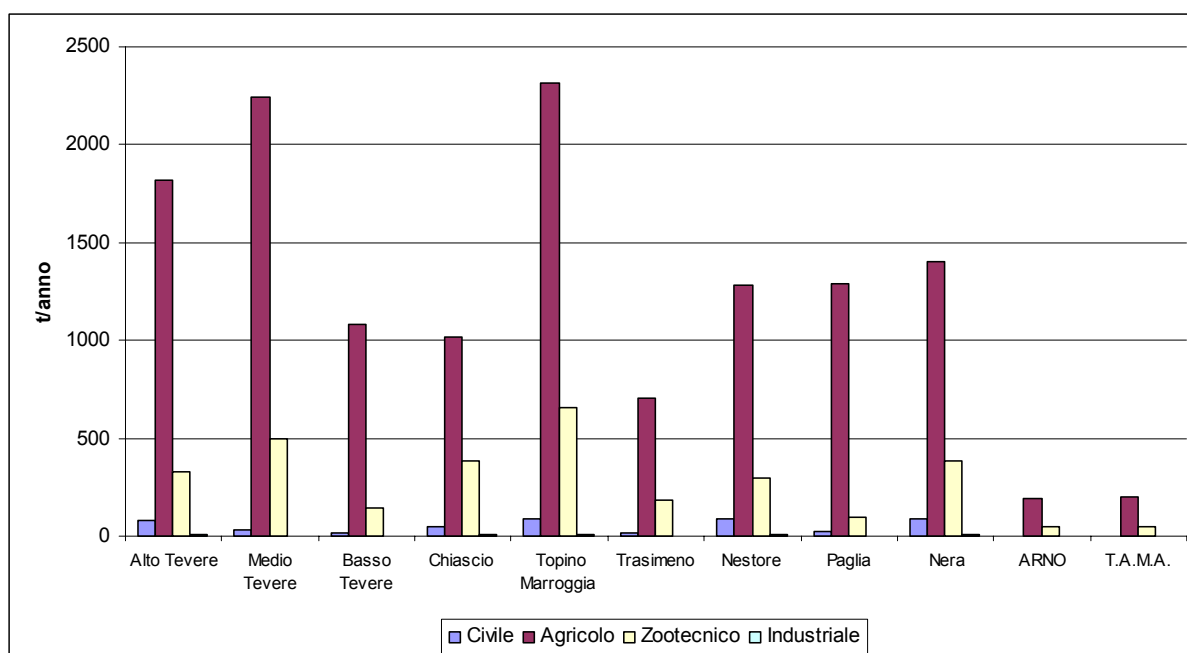


Fig. 53 - Carichi di fosforo potenzialmente generati per sottobacino

Fonte: ARPA Umbria

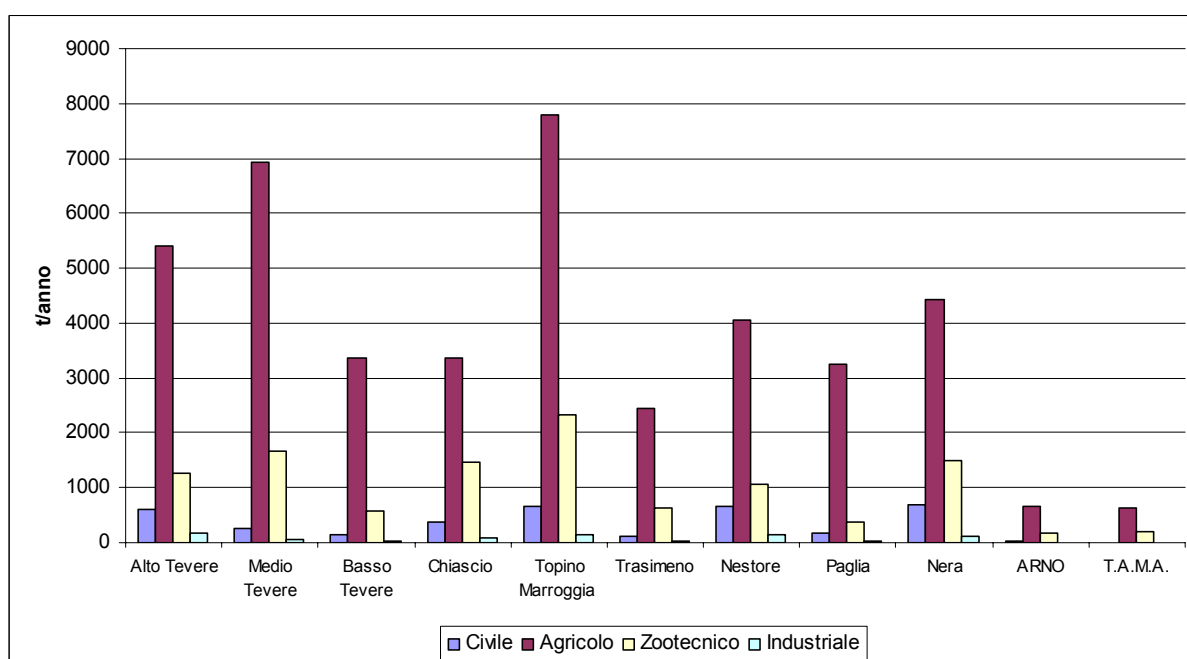


Fig. 54 - Carichi di azoto potenzialmente generati per sottobacino

Fonte: ARPA Umbria

Tab. 85 - Carichi potenziali di BOD e COD per sottobacino

Sottobacino	Civile		Zootecnico		Industriale		TOTALE	
	BOD t/anno	COD t/anno	BOD t/anno	COD t/anno	BOD t/anno	COD t/anno	BOD t/anno	COD t/anno
Alto Tevere	2.930	6.301	5.563	11.983	12.938	36.239	21.432	54.523
Medio Tevere	1.294	2.783	7.072	15.254	3.060	8.399	11.426	26.436
Basso Tevere	715	1.537	2.628	5.656	1.508	4.224	4.851	11.417
Chiascio	1.827	3.929	6.795	14.628	8.147	22.250	16.769	40.807
Topino Marroggia	3.228	6.941	9.260	19.980	8.812	25.651	21.300	52.571
Trasimeno	534	1.149	3.272	7.043	1.028	2.966	4.834	11.157
Nestore	3.161	6.798	5.279	11.363	10.847	29.943	19.287	48.104
Paglia	875	1.882	1.581	3.407	1.937	5.310	4.393	10.598
Nera	3.370	7.246	6.587	14.185	5.814	19.263	15.772	40.695
ARNO	93	200	837	1.803	28	80	958	2.082
T.A.M.A.	58	124	860	1.853	286	733	1.204	2.710
Totale	18.086	38.888	49.735	107.154	54.406	155.058	122.226	301.100

Fonte: ARPA Umbria

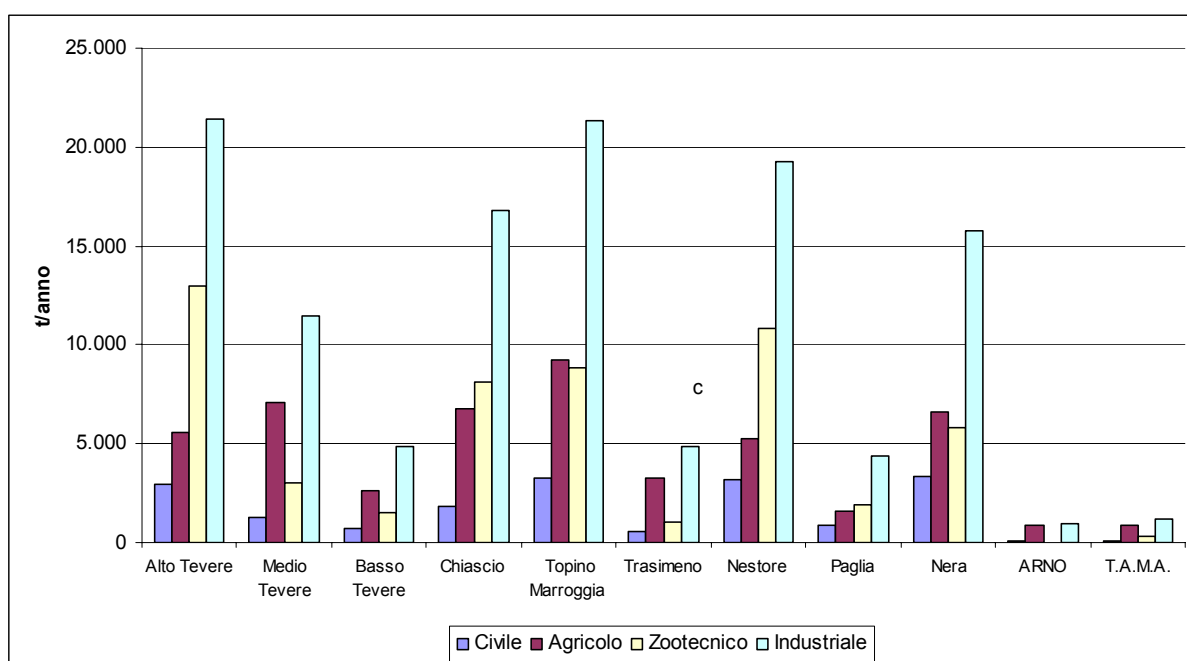


Fig. 55 - Carichi di BOD potenzialmente generati per sottobacino

Fonte: ARPA Umbria

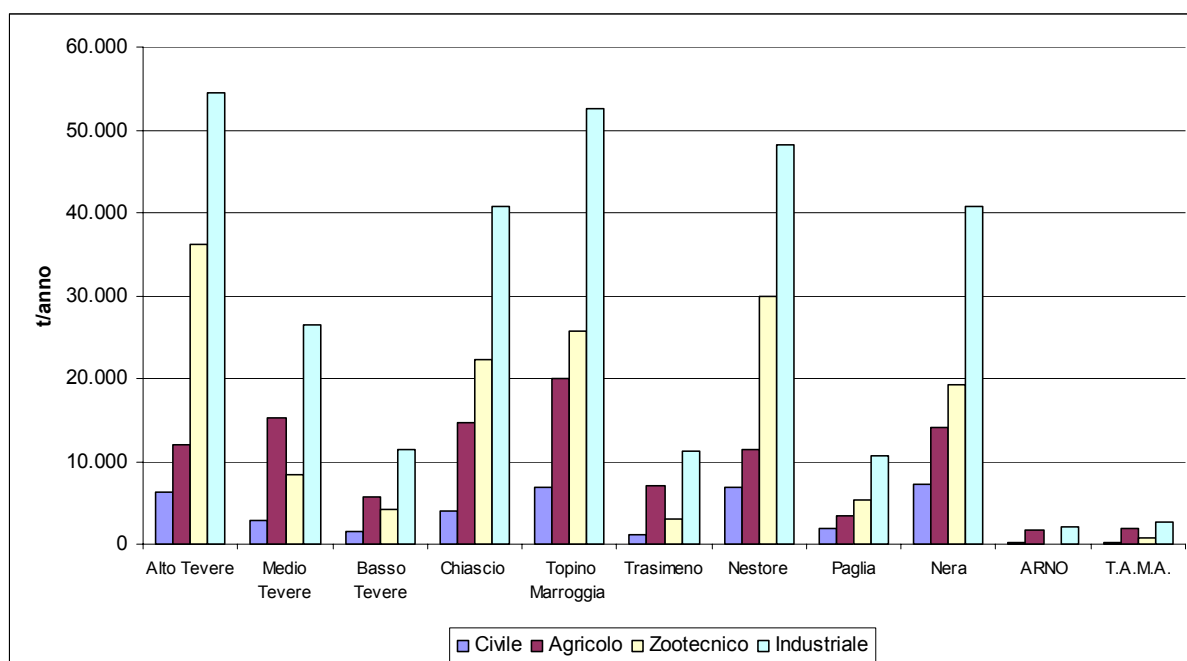


Fig. 56 - Carichi di COD potenzialmente generati per sottobacino

Fonte: ARPA Umbria

2.2 Il sistema fognario e depurativo

2.2.1 Carico antropico nominale che potenzialmente grava sul sistema fognario e depurativo

Il carico complessivo, in termini di abitanti equivalenti (AE), che potenzialmente grava sul sistema fognario - depurativo del territorio regionale, deriva dalla somma dei carichi inquinanti valutati per ciascuna componente antropica: residenti, turisti e studenti ed abitanti equivalenti associati alle attività produttive che recapitano in fognatura. Per la stima del carico delle acque reflue industriali di attività che non recapitano in fognatura si rimanda al paragrafo 2.4.

Le singole componenti sono state valutate sulla base dei seguenti criteri:

- **Residenti:** I dati relativi ai residenti sono tratti dal censimento della popolazione ISTAT dell'anno 2001. Il dato, disponibile a scala comunale, è stato ripartito per sezione censuaria, applicando le percentuali di distribuzione di cui al censimento ISTAT 1991, per il quale si disponeva di dati a scala di sezione censuaria.
- **Turisti e studenti:** In base alle informazioni fornite dall'Ufficio Statistico del Servizio Turismo della Regione, è stato valutato sia il numero di presenze turistiche annue (alberghiere ed extra - alberghiere) rilevato nel 2001 per ciascun comprensorio turistico, sia l'andamento stagionale delle stesse. Successivamente, sono state individuate le principali località interessate dal movimento turistico e, a ciascuna di esse, è stato attribuito il numero di presenze turistiche medie giornaliere del periodo di massimo afflusso. Tale valore è stato stimato in accordo con la metodologia utilizzata nel Piano Regolatore Generale degli Acquedotti dell'Umbria, in cui viene moltiplicato il valore medio annuo per un fattore di 2,28. Il carico legato ai turisti è stato incrementato con il carico stimato per le presenze studentesche, di provenienza extraregionale, concentrate per lo più nell'area di Perugia. Tali presenze, stimate in circa 14.500 l'anno, sono state ripartite su di un arco temporale di 10 mesi.
- **Produttivi in fognatura:** La valutazione ha riguardato i carichi generati dal comparto produttivo e sversati in pubblica fognatura, previo eventuale trattamento presso impianti di depurazione aziendali. I dati di base fanno riferimento al numero di addetti per categoria produttiva fornito, a scala comunale, dal censimento ISTAT delle attività produttive (anno 2001). Per la stima dei carichi scaricati dal settore industriale è stato fatto riferimento ai volumi unitari di acqua utilizzati per singola attività produttiva e alle concentrazioni medie degli inquinanti presenti negli scarichi. Nei casi in cui tali concentrazioni superavano i valori limite per gli scarichi in fognatura di cui alla tabella 3, All.5 D.Lgs. 152/99, è stato assunto un valore di concentrazione esattamente pari al limite. Infine è stata fatta l'ipotesi che solo il 70% del carico inquinante di origine industriale scaricato afferisca alla rete fognaria.

- Il valore, stimato a scala comunale, è stato successivamente ripartito nelle varie località, secondo la distribuzione della popolazione, e depurato del contributo delle aziende recapitanti direttamente in corpo idrico. Queste ultime sono state individuate secondo la metodologia riportata al paragrafo 2.4.

In Tab. 86 vengono riportati i risultati dell'analisi a scala regionale relativi al periodo di punta.

Tab. 86 - AE nominali, residenti, turisti e studenti, produttivi presenti nel territorio regionale

	AE nominali (AE)	Residenti (AE)	di cui in case sparse (AE)	Turisti e Studenti (AE)	Produttivi (AE)
Provincia di PERUGIA	792.043	605.950	100.808	43.958	142.135
Provincia di TERNI	316.535	219.876	32.001	4.743	91.916
Totale regionale	1.108.578	825.826	132.809	48.701	234.051

Fonte: ARPA Umbria

Analizzando le informazioni raccolte nella ricognizione effettuata dalle ATO sul sistema fognario, sono state individuate 1.154 aree fognarie che, messe in relazione, attraverso l'uso di una cartografia informatizzata, con le sezioni censuarie dell'ISTAT, hanno fornito le basi per la stima delle percentuali di AE serviti dalle reti fognarie (in seguito denominati AE serviti) e della quota parte convogliata ad impianti di trattamento (in seguito denominati AE depurati) (Tab. 87).

Tab. 87 - AE nominali, serviti da rete fognaria e da impianto di trattamento

	AE nominali* (AE)	AE nominali in case sparse (AE)	AE serviti (AE)	% serviti (%)	AE depurati (AE)	% depurati (%)
Provincia di PERUGIA	792.043	100.808	633.227	80	581.589	73
Provincia di TERNI	316.535	32.001	254.014	80	245.879	78
Totale regionale	1.108.578	132.809	887.241	80	827.468	75

Fonte: ARPA Umbria

A scala regionale, l'80% degli AE nominali risulta servito da rete fognaria, il 75% invece risulta servito anche da impianti di trattamento.

In base all'ubicazione delle fonti di carico antropico individuate nel territorio e descritte precedentemente, è stato possibile, tramite sovrapposizione cartografica, ripartire i valori degli abitanti equivalenti a scala di sottobacino (Tab. 88).

Tab. 88 - AE nominali, serviti da rete fognaria e da impianto di trattamento nei sottobacini di riferimento

Sottobacino	AE nominali (AE)	AE serviti (AE)	% serviti (%)	AE depurati (AE)	% depurati (%)
Alto Tevere	176.721	141.869	80	129.194	73
Medio Tevere	70.129	44.199	63	37.086	53
Basso Tevere	39.294	26.599	68	23.183	59
Chiascio	109.951	90.911	83	86.341	79
Topino - Marroggia	193.050	153.100	79	148.445	77
Trasimeno	37.173	29.431	79	28.070	76
Nestore	184.711	158.308	86	137.019	74
Paglia - Chiani	45.078	32.350	72	29.990	67
Nera	243.743	205.724	84	203.388	83
Arno	4.537	2.303	51	2.303	51
T.A.M.A.	4.191	2.448	58	2.448	58
Totale	1.108.578	887.241	80	827.468	75

Fonte: ARPA Umbria

Applicando i coefficienti di generazione di letteratura (Tab. 89), sono stati stimati i carichi che potenzialmente insistono sul sistema infrastrutturale fognario-depurativo. Gli stessi carichi vengono presentati per sottobacino in Tab. 90.

Tab. 89 - Coefficienti di generazione di BOD₅, azoto e fosforo, per abitante equivalente

BOD₅ (g/d)	Azoto (g/d)	Fosforo (g/d)
60	12,33	1,6

Fonte: ARPA Umbria

Tab. 90 - Carichi generati da fonti di tipo antropico nei sottobacini di riferimento

Sottobacino	AE nominali (AE)	BOD₅ (t/anno)	Azoto (t/anno)	Fosforo (t/anno)
Alto Tevere	176.721	3.870,2	795,3	103,2
Medio Tevere	70.129	1.535,8	315,6	41,0
Basso Tevere	39.294	860,5	176,8	22,9
Chiascio	109.951	2.407,9	494,8	64,2
Topino - Marroggia	193.050	4.227,8	868,8	112,7
Trasimeno	37.173	814,1	167,3	21,7
Nestore	184.711	4.045,2	831,3	107,9
Paglia - Chiani	45.078	987,3	202,9	26,3
Nera	243.743	5.338,0	1.097,0	142,3
Arno	4.537	99,4	20,4	2,6
T.A.M.A.	4.191	91,8	18,9	2,4
Totale	1.108.578	24.277,9	4.989,1	647,4

Fonte: ARPA Umbria

2.2.2 Gli agglomerati ai sensi della D.Lgs. 152/99

2.2.2.1 Individuazione degli agglomerati

L'agglomerato, secondo la definizione del D.Lgs. 152/99, viene inteso come "area in cui la popolazione ovvero le attività economiche sono sufficientemente concentrate così da rendere possibile, e cioè tecnicamente ed economicamente realizzabile, anche in rapporto ai benefici ambientali conseguibili, la raccolta e il convogliamento delle acque reflue urbane verso un sistema di trattamento o verso un punto di scarico finale".

La conoscenza del sistema fognario – depurativo e l'individuazione delle località servite da ogni impianto di trattamento, ha consentito di effettuare un'analisi territoriale approfondita e di quantificare la pressione esercitata dalle fonti di inquinamento veicolate nei corsi d'acqua.

A partire da queste informazioni, sono stati individuati gli agglomerati avendo a riferimento, per quanto possibile, i seguenti criteri applicativi:

- i centri ed i nuclei dotati di rete fognaria ed afferenti tramite opere di collettamento al medesimo impianto di trattamento, ovvero allo stesso punto di scarico terminale, danno luogo ad un unico agglomerato;
- nel caso l'agglomerato sia servito da due o più impianti, ovvero dia origine a più scarichi terminali, il livello di trattamento richiesto è comunque quello previsto per la consistenza dell'intero agglomerato a prescindere dalla dimensione del singolo scarico.

Il concetto di agglomerato assume pertanto un carattere dinamico legato all'urbanizzazione del territorio ed ai programmi di interconnessione dei sistemi fognario – depurativo.

Sulla base di questi criteri, nella regione sono stati individuati 1307 agglomerati, classificati secondo tre diverse tipologie, individuate in funzione delle possibili combinazioni tra il sistema di collettamento e il sistema depurativo (Fig. 57).

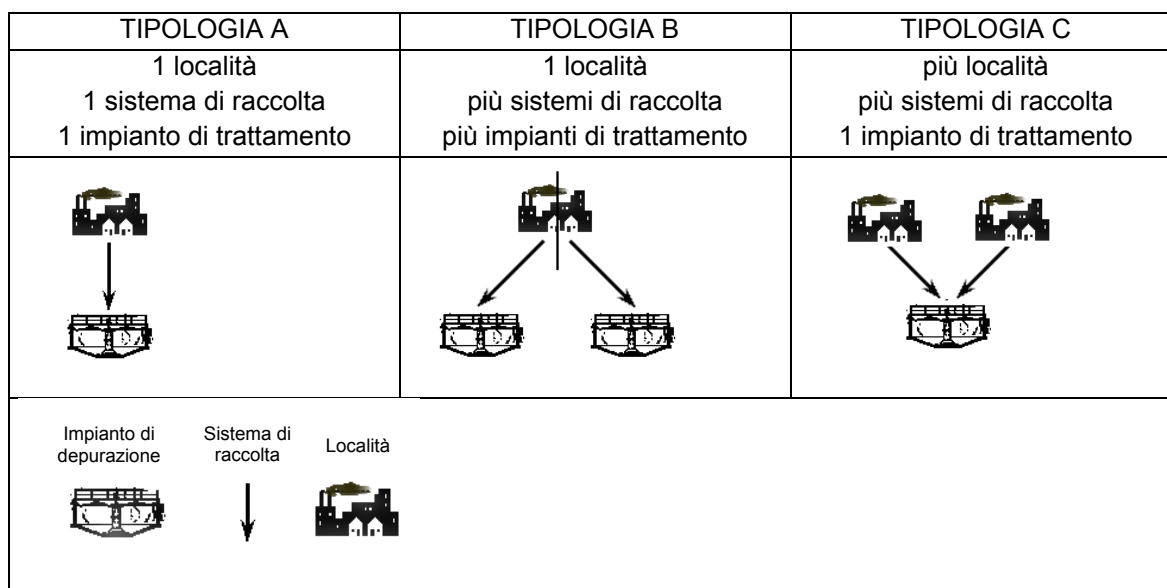


Fig. 57 - Tipologie degli agglomerati

Fonte: ARPA Umbria

Nella *tipologia A* rientra ad esempio il caso dell'agglomerato di Pantalla, in cui è presente una singola località ISTAT servita da un sistema fognario che afferisce a sua volta ad un unico impianto di trattamento. A questa tipologia appartengono 294 agglomerati.

Nella *tipologia B* ogni località è servita da più sistemi fognari indipendenti, che recapitano a loro volta i reflui ad impianti di trattamento distinti. Un esempio è rappresentato dalla località di Cannara. A questa tipologia appartengono 845 agglomerati.

La *tipologia C* è stata attribuita a 114 agglomerati e rappresenta la situazione in cui più località vengono trattate da un unico impianto di depurazione di tipo centralizzato. Un esempio di questa tipologia è dato dall'agglomerato che comprende le località di Deruta, Torgiano e Bettona.

Esistono anche agglomerati che appartengono a più tipologie; ad esempio all'interno di agglomerati di *tipologia C* può accadere che una o più località presentino più impianti di trattamento al servizio della singola località (*tipologia B*). E' il caso dell'agglomerato di Foligno – Spello dove è presente l'impianto di trattamento di Spello – Castellaccio, che tratta, oltre ai reflui di Spello e di alcuni centri limitrofi,

anche i reflui di una zona della città di Foligno (quella a Nord del Topino); la rimanente parte della località Foligno è depurata invece dall'impianto di Foligno – Casone.

Gli agglomerati individuati sono rappresentati nella Tavola 8 allegata al Piano.

2.2.2.2 Stima della consistenza nominale degli agglomerati

Per tutti gli agglomerati è stata stimata la consistenza nominale in base al numero di residenti, al numero di turisti e studenti nel periodo di punta e al numero di AE produttivi che recapitano in pubblica fognatura, calcolati per le singole località appartenenti a ciascun agglomerato.

La consistenza nominale del carico riferibile agli agglomerati risulta complessivamente circa 999.000 AE, così come riportato in Tab. 91.

Confrontando tale valore con il carico nominale complessivo riportato in Tab. 86 (circa 1.108.000 AE) si evidenzia che la differenza tra questi due valori è inferiore al numero totale di AE presenti in case sparse che viene stimato in circa 132.000 AE. Questo è dovuto al fatto che alcuni gruppi di case sparse sono risultate servite da aree fognarie e si configurano pertanto come agglomerato.

La Tab. 91 riporta il quadro della consistenza nominale degli agglomerati per le classi (2.000, 10.000, 15.000) previste nel D.Lgs. 152/99, (artt. 27 e 31). La soglia dei 150.000 AE è stata invece inserita, in conformità alle indicazioni della CE, per l'individuazione delle cosiddette "Big City", agglomerati di consistenza elevata e di notevole interesse comunitario.

Tab. 91 - Agglomerati per classe di consistenza, AE nominali, serviti e depurati

Classe agglomerato (AE)	Agglomerati (n°)	AE nominali (AE)	AE serviti (AE)	% AE serviti (%)	AE depurati (AE)	% AE depurati (%)
<2.000	1.262	162.430	116.731	72	79.136	49
2.000-10.000	30	110.243	100.749	91	98.814	90
10.001-15.000	3	33.108	30.329	92	29.525	89
15.001-150.000	10	331.201	306.287	92	298.732	90
>150.000	2	362.316	333.145	92	321.261	89
Totale regionale	1.307	999.298	887.241	89	827.468	83

Fonte: ARPA Umbria

Nelle tabelle successive viene riportato il carico in AE nominali, ripartito nelle voci che lo compongono (residenti, turisti e studenti e produttivi in fognatura), prodotto negli agglomerati suddivisi per classe di consistenza (Tab. 92), la percentuale di carico afferente alla rete fognaria (Tab. 93) e di quello conferito a sistemi di trattamento (Tab. 94).

Dall'analisi emerge che l'89% del carico prodotto negli agglomerati risulta convogliato in rete fognaria e che circa l'83% viene sottoposto a trattamenti di depurazione.

Tab. 92 - Numero di AE *nominali* (residenti, turisti e studenti, produttivi) per classe di consistenza degli agglomerati

Classe agglomerato (AE)	AE nominali (AE)	Residenti (AE)	Turisti e Studenti (AE)	Produttivi (AE)
<2.000	162.430	135.697	0	26.733
2.000-10.000	110.243	78.052	7.828	24.363
10.001-15.000	33.108	20.500	5.298	7.310
15.001-150.000	331.201	247.895	15.149	68.157
>150.000	362.316	234.402	20.426	107.488
Totale regionale	999.298	716.546	48.701	234.051

Fonte: ARPA Umbria

Tab. 93 - Numero di AE *serviti* da rete fognaria (residenti, turisti e studenti, produttivi) per classe di consistenza degli agglomerati

Classe agglomerato (AE)	AE serviti (AE)	Residenti (AE)	Turisti e Studenti (AE)	Produttivi (AE)
<2.000	116.731	89.998	0	26.733
2.000-10.000	100.749	69.069	7.317	24.363
10.001-15.000	30.329	18.144	4.875	7.310
15.001-150.000	306.287	223.995	14.135	68.157
>150.000	333.145	207.356	18.301	107.488
Totale regionale	887.241	608.562	44.628	234.051

Fonte: ARPA Umbria

Tab. 94 - Numero di AE *depurati* (residenti, turisti e studenti, produttivi) per classe di consistenza degli agglomerati

Classe agglomerato (AE)	AE depurati (AE)	Residenti (AE)	Turisti e Studenti (AE)	Produttivi (AE)
<2.000	79.136	60.863	0	18.273
2.000-10.000	98.814	67.790	7.112	23.912
10.001-15.000	29.525	17.525	4.875	7.125
15.001-150.000	298.732	219.873	12.993	65.866
>150.000	321.261	199.287	17.168	104.806
Totale regionale	827.468	565.338	42.148	219.982

Fonte: ARPA Umbria

In Tab. 95 si riporta, per tutti gli agglomerati con una consistenza maggiore di 2.000 AE, il numero degli abitanti equivalenti nominali nonché l'incidenza della copertura fognaria e depurativa.

Questi agglomerati, pur rappresentando numericamente circa il 3% di tutti gli agglomerati individuati in Regione (45 su 1307), raccolgono quasi l'83% degli AE nominali in agglomerato e il 75% degli AE complessivamente presenti sul territorio dell'Umbria.

Il nome dell'agglomerato identifica univocamente l'entità a cui associare il carico antropico che insiste sul territorio. Per l'individuazione del nome dell'agglomerato sono state osservate le seguenti regole:

- nel caso di capoluoghi di comune si è indicato il solo nome del capoluogo (es. Perugia);
- nel caso di centri e nuclei il nome dell'agglomerato è composto dal nome del comune e dal nome della località principale a cui fare riferimento (ad esempio l'agglomerato di Giano dell'Umbria - Bastardo comprende la località di Bastardo, in cui è situato il depuratore, oltre ai centri di Montecchio, San Sabino, Sant'Andrea, Cavallara e Celestrino);
- nel caso di agglomerati che interessano località appartenenti a più comuni sono stati indicati i nomi delle località più significative (es. Foligno – Spello);
- nelle situazioni in cui non è stato possibile attribuire una rete fognaria ad una località ISTAT, si è proceduto denominando tale agglomerato con il nome del comune seguito dal nome "Case sparse" e dal numero della sezione censuaria interessata. Ad esempio Montecastrilli - Case sparse sez 0017, è il nome di un agglomerato presente nelle vicinanze della località Quadrelli, nel comune di Montecastrilli.

Tab. 95 - Agglomerati di consistenza superiore a 2.000 AE: AE nominali, serviti e depurati

Nome agglomerato	AE nominali (AE)	AE serviti (AE)	% AE serviti (%)	AE depurati (AE)	% AE depurati (%)
PERUGIA	197.946	181.624	92	170.646	86
TERNI	164.370	151.521	92	150.615	92
FOLIGNO - SPELLO	62.859	55.093	88	55.004	88
ASSISI - BASTIA	58.656	55.276	94	51.945	89
CITTA' DI CASTELLO	55.859	52.123	93	52.123	93
SPOLETO	41.192	35.714	87	35.714	87
GUBBIO	30.886	30.271	98	30.271	98
ORVIETO	17.190	16.537	96	16.537	96
DERUTA - TORGIANO - BETTONA	16.915	15.755	93	14.742	87
NARNI	16.879	16.359	97	16.304	97
UMBERTIDE	15.751	15.481	98	12.414	79
FOSSATO DI VICO - GUALDO TADINO	15.014	13.678	91	13.678	91
TODI	11.093	8.546	77	7.742	70
PASSIGNANO SUL TRASIMENO	11.053	10.821	98	10.821	98
TREVI	10.962	10.962	100	10.962	100
MARSCIANO	9.844	9.448	96	9.448	96
MAGIONE	9.510	8.913	94	8.913	94
CASTIGLIONE DEL LAGO	7.706	7.560	98	7.560	98
AMELIA	7.162	6.869	96	6.869	96
SAN GEMINI	4.862	4.072	84	4.023	83
NORCIA	4.541	3.966	87	3.966	87
CITTA' DELLA PIEVE	4.450	4.261	96	2.631	59
ARRONE	4.170	3.484	84	3.415	82
CASTIGLIONE DEL LAGO - PINETA	3.450	3.076	89	3.076	89
ACQUASPARTA	3.402	3.139	92	3.139	92
PANICALE - TAVERNELLE	3.353	3.193	95	3.193	95
BEVAGNA	3.295	2.195	67	2.195	67
CAMPELLO SUL CLITUNNO	3.287	2.826	86	2.826	86
CANNARA	2.991	2.976	99	2.976	99
TODI - PANTALLA	2.883	2.237	78	2.237	78
FOLIGNO - COLFIORITO	2.773	2.720	98	2.720	98
CASCIA	2.662	2.522	95	2.522	95
CASTEL RITALDI	2.595	2.570	99	2.570	99
NOCERA UMBRA	2.589	2.243	87	2.241	87
STRONCONE	2.527	1.442	57	1.442	57
SIGILLO	2.475	2.429	98	2.429	98
PERUGIA - SANT'ORFETO	2.431	2.381	98	2.381	98
MASSA MARTANA	2.369	2.365	100	2.180	92
GIANO DELL'UMBRIA - BASTARDO	2.364	2.160	91	2.160	91
MONTEFALCO	2.319	2.149	93	2.149	93
TERNI - PIEDILUCO	2.101	2.101	100	2.101	100
TREVI - CANNAIOLA	2.050	2.049	100	2.049	100
ALLERONA - STAZIONE DI ALLERONA	2.043	1.586	78	1.586	78
ATTIGLIANO	2.021	1.910	95	1.910	95
TERNI - COLLESTATTE PIANO	2.018	1.907	94	1.907	94
Agglomerati >2.000 AE	836.868	770.510	92	748.332	89
Totale regionale agglomerati	999.298	887.241	89	827.468	83

Fonte: ARPA Umbria

In considerazione dell'elevato numero di agglomerati con consistenza inferiore a 2.000 AE, conseguenza delle caratteristiche del tessuto urbano del territorio regionale, si è ritenuto opportuno estendere l'analisi anche agli agglomerati più piccoli (Tab. 96).

Nelle Tab. 97, Tab. 98 e Tab. 99, rispettivamente, vengono riportati per questi agglomerati, suddivisi per classe di consistenza, il numero di AE nominali presenti e le quote parti servite da rete fognaria e da sistemi di trattamento.

Tab. 96 - Agglomerati per classe di consistenza inferiore a 2.000 AE, AE nominali, serviti e depurati

Classe agglomerato (AE)	Agglomerati (n°)	AE nominali (AE)	AE serviti (AE)	% AE serviti (%)	AE depurati (AE)	% AE depurati (%)
<50	727	17.763	4.689	26	3.474	20
50 - 199	353	34.979	20.818	60	11.208	32
200 – 1.999	182	109.688	91.224	83	64.454	59
Totale	1.262	162.430	116.731	72	79.136	49
Totale regionale	1.307	999.298	887.241	89	827.468	83

Fonte: ARPA Umbria

Tab. 97 - Numero di AE *nominali*, residenti, turisti e studenti, produttivi per classe di consistenza degli agglomerati inferiori a 2.000 AE

Classe agglomerato (AE)	AE nominali (AE)	Residenti (AE)	Turisti e Studenti (AE)	Produttivi (AE)
<50	17.763	16.938	0	825
50 - 199	34.979	30.236	0	4.743
200 – 1.999	109.688	88.523	0	21.165
Totale	162.430	135.697	0	26.733
Totale regionale	999.298	716.546	48.701	234.051

Fonte: ARPA Umbria

Tab. 98 - Numero di AE *serviti*, residenti, turisti e studenti, produttivi per classe di consistenza degli agglomerati inferiori a 2.000 A

Classe agglomerato (AE)	AE serviti (AE)	Residenti (AE)	Turisti e Studenti (AE)	Produttivi (AE)
<50	4.689	3.864	0	825
50 - 199	20.818	16.075	0	4.743
200 – 1.999	91.224	70.059	0	21.165
Totale	116.731	89.998	0	26.733
Totale regionale	887.241	608.562	44.628	234.051

Fonte: ARPA Umbria

Tab. 99 - Numero di AE *depurati*, residenti, turisti e studenti, produttivi per classe di consistenza degli agglomerati inferiori a 2.000 AE

Classe agglomerato (AE)	AE depurati (AE)	Residenti (AE)	Turisti e Studenti (AE)	Produttivi (AE)
<50	3.474	2.873	0	601
50 - 199	11.208	8.731	0	2.477
200 – 1.999	64.454	49.259	0	15.195
Totale	79.136	60.863	0	18.273
Totale regionale	827.468	565.338	42.148	219.982

Fonte: ARPA Umbria

2.2.2.3 Reti fognarie e depuratori

L'analisi della copertura della rete fognaria ha evidenziato diversi livelli di efficienza in funzione della classe degli agglomerati, così come evidenziato nella Tab. 100.

Tab. 100 - Numero di agglomerati per classe di AE serviti da rete fognaria

Classe agglomerato (AE)	N° agglomerati (n°)	N° agglomerati non serviti (n°)	N° agglomerati serviti <50% (n°)	N° agglomerati serviti 50-74% (n°)	N° agglomerati serviti 75-89% (n°)	N° agglomerati serviti ≥90% (n°)
<2.000	1.262	582	82	134	102	362
2.000-10.000	30	0	0	2	8	20
10.001-15.000	3	0	0	0	1	2
15.001-150.000	10	0	0	0	2	8
>150.000	2	0	0	0	0	2
Totale regionale	1.307	582	82	136	113	394

Fonte: ARPA Umbria

Tab. 101 - Consistenza degli agglomerati per classe di AE serviti da rete fognaria

Classe agglomerato (AE)	AE nominali (AE)	AE nominali in agglomerati non serviti (n°)	AE nominali in agglomerati serviti <50% (AE)	AE nominali in agglomerati serviti 50-74% (AE)	AE nominali in agglomerati serviti 75-89% (AE)	AE nominali in agglomerati serviti ≥90% (AE)
<2.000	162.430	24.115	7.437	26.513	32.506	71.859
2.000-10.000	110.243	0	0	5.822	27.825	76.596
10.001-15.000	33.108	0	0	0	11.093	22.015
15.001-150.000	331.201	0	0	0	104.051	227.150
>150.000	362.316	0	0	0	0	362.316
Totale regionale	999.298	24.115	7.437	32.335	175.475	759.936

Fonte: ARPA Umbria

In

Tab. 101 risulta che circa il 93% degli AE nominali complessivi è prodotto in agglomerati serviti da rete fognaria con una copertura superiore al 75%, e il 76% ad agglomerati con una copertura fognaria superiore al 90%.

Per quanto riguarda il sistema di depurazione dei reflui raccolti dalle reti fognarie, l'analisi e l'elaborazione delle informazioni disponibili ha portato, per ciascun agglomerato, alla definizione della percentuale di copertura depurativa, del numero di impianti di trattamento al suo servizio, della tipologia di depurazione applicata.

In tutto il territorio regionale sono stati censiti 689 impianti di trattamento delle acque reflue urbane (Tab. 102); di questi 15 recapitano i loro reflui depurati su suolo, per una capacità complessiva di circa 850 AE; l'adeguamento di questo tipo di scarico, non consentito dalla normativa vigente, sarà oggetto di un'azione di Piano.

Tab. 102 - Impianti di trattamento delle acque reflue urbane per classe di potenzialità di progetto

Classe pot. progetto	In corpo idrico superficiale			Su suolo			Totale		
	Impianti	Potenzialità	Depurati	Impianti	Potenzialità	Depurati	Impianti	Potenzialità	Depurati
(AE)	(n°)	(AE)	(AE)	(n°)	(AE)	(AE)	(n°)	(AE)	(AE)
<2.000	620	114.153	96.261	15	851	360	635	115.004	96.621
2.000-10.000	31	127.250	93.566	0	0	0	31	127.250	93.566
10.001-100.000	22	582.910	496.673	0	0	0	22	582.910	496.673
>100.000	1	150.000	140.609	0	0	0	1	150.000	140.609
Totale regionale	674	974.313	827.108	15	851	360	689	975.164	827.468

Fonte: ARPA Umbria

Per ciascuno di questi impianti è stato individuato il livello di trattamento, distinguendo quattro tipologie di impianti:

- livello I: tra gli impianti di I livello si considerano le fosse Imhoff, le fosse settiche, e gli altri trattamenti di tipo primario;
- livello II: vi appartengono tutti i trattamenti biologici, quali i fanghi attivi, i biodischi e i letti percolatori;
- livello II*: comprende gli impianti che presentano, oltre al trattamento secondario, anche processi di denitrificazione
- livello III: comprende impianti che, oltre al trattamento secondario, presentano anche i processi di rimozione di entrambi i nutrienti (azoto e fosforo)

In Tab. 103 e

Tab. 104, viene riportato il numero di impianti e di AE depurati, per tipologia di trattamento, divisi in base alla potenzialità di progetto degli impianti.

Tab. 103 - Numero di impianti di trattamento per *classe di potenzialità di progetto* e tipologia di depurazione

Classe pot. progetto (AE)	impianti (n°)	di cui I livello (n°)	di cui II livello (n°)	di cui II* livello (n°)	di cui III livello (n°)
<2.000	635	502	121	7	5
2.000-10.000	31	0	18	11	2
10.001-100.000	22	0	3	15	4
>100.000	1	0	0	1	0
Totale regionale	689	502	142	34	11

Fonte: ARPA Umbria

Tab. 104 - AE di progetto degli impianti di trattamento per *classe di potenzialità di progetto* e tipologia di depurazione

Classe pot. progetto (AE)	AE progetto (AE)	di cui I livello (AE)	di cui II livello (AE)	di cui II* livello (AE)	di cui III livello (AE)
<2.000	115.004	41.942	58.652	7.850	6.560
2.000-10.000	127.250	0	63.900	50.350	13.000
10.001-100.000	582.910	0	54.000	469.200	59.710
>100.000	150.000	0	0	150.000	0
Totale regionale	975.164	41.942	176.552	677.400	79.270

Fonte: ARPA Umbria

In Tab. 105 e Tab. 106 le stesse informazioni vengono riportate per classe di consistenza dei relativi agglomerati serviti. Le informazioni delle tabelle sono la base informativa per l'individuazione di non conformità agli art.4 e art.5 della Direttiva 91/671, recepita dal D.Lgs. 152/99.

Tab. 105 - Numero di impianti di trattamento per *classe di agglomerato* e tipologia di depurazione

Classe agglomerato (n)	impianti (n)	di cui I livello (n)	di cui II livello (n)	di cui II* livello (n)	di cui III livello (n)
<2.000	610	490	105	7	8
2.000-10.000	49	11	26	10	2
10.001-15.000	7	1	5	-	1
15.001-150.000	14	-	2	9	3
>150.000	9	-	2	7	-
Totale regionale	689	502	140	33	14

Fonte: ARPA Umbria

Tab. 106 - AE di progetto degli impianti di trattamento per *classe di agglomerato* e tipologia di depurazione

Classe agglomerato (AE)	impianti (AE)	di cui I livello (AE)	di cui II livello (AE)	di cui II* livello (AE)	di cui III livello (AE)
<2.000	102.355	38.032	47.876	7.850	8.597
2.000-10.000	130.099	3.810	50.739	62.550	13.000
10.001-15.000	33.500	100	21.400	-	12.000
15.001-150.000	327.710	-	42.000	238.000	47.710
>150.000	381.500	-	14.500	367.000	-
Totale regionale	975.164	41.942	176.515	605.000	81.307

Fonte: ARPA Umbria

Dalla conoscenza dell'ubicazione del punto di recapito dello scarico, è stato inoltre possibile determinare il numero degli impianti di depurazione che insistono su ogni sottobacino di riferimento ed il numero degli AE di progetto per tipologia di trattamento, come evidenziato nella Tab. 107.

Tab. 107 - Numero di impianti di trattamento, AE progetto, per tipologia di trattamento e sottobacino di riferimento

Sottobacino	Impianti					Potenzialità di progetto				
	I	II	II*	III	Totale	I	II	II*	III	Totale
	(n)	(n)	(n)	(n)	(n)	(AE)	(AE)	(AE)	(AE)	(AE)
Alto Tevere	1	3	7	2	13	250	5.000	141.900	15.600	162.750
Medio Tevere	45	30	1	2	78	5.050	34.320	2.650	17.350	59.370
Basso Tevere	62	14	4	0	80	5.714	12.600	10.650	0	28.964
Chiascio	4	1	5	5	15	550	500	80.300	20.857	102.207
Topino - Marroggia	112	28	3	0	143	10.510	64.700	69.800	0	145.010
Trasimeno	5	3	1	4	13	900	2.300	1.800	26.500	31.500
Nestore	1	3	5	0	9	130	18.000	150.700	0	168.830
Paglia - Chiani	60	11	1	0	72	8.821	10.784	20.000	0	39.605
Nera	200	38	6	0	244	9.547	19.841	197.600	0	226.988
Arno	3	2	0	1	6	90	2.270	0	1.000	3.360
T.A.M.A.	9	7	0	0	16	380	6.200	0	0	6.580
Totale	502	142	34	11	689	41.942	176.552	677.400	79.270	975.164

Fonte: ARPA Umbria

2.3 Modalità di utilizzo dei reflui zootecnici

Una delle problematiche principali legata all'inquinamento da reflui zootecnici è rappresentata dalla produzione di reflui sotto forma di liquami, in particolare di origine suinicola. La gestione e l'utilizzo agronomico dei liquami è infatti complessa, in quanto richiede strutture di stoccaggio, movimentazione, trasporto e distribuzione.

Gli allevamenti che producono reflui palabili, quali letame, pollina e compost, invece, sono più facili da gestire e di norma questi reflui vengono correttamente impiegati quali fertilizzanti ed ammendanti.

Dal punto di vista agronomico ed ambientale, la non corretta distribuzione dei liquami comporta da una parte il rischio della perdita di elementi nutritivi per le colture agrarie, dall'altra del rilascio di eccessive quantità di nutrienti nel suolo e nelle acque, con conseguenti ripercussioni sullo stato di qualità dei corpi idrici superficiali e sotterranei.

In particolare, l'apporto di sostanze azotate, mediante la distribuzione sui terreni di liquami in eccesso rispetto ai fabbisogni delle colture o in epoche anticipate rispetto alla crescita attiva delle stesse, può determinare un residuo, sotto forma di nitrati, soggetto a ruscellamento e lisciviazione.

L'esame delle frazioni dell'azoto totale contenuto negli effluenti zootecnici evidenzia una netta prevalenza della forma ammoniacale, la cui efficienza, come fertilizzante, è del tutto paragonabile a quella dei concimi chimici. L'azoto ammoniacale, con temperature del suolo superiori a 5°C, viene velocemente trasformato in nitrato che, non essendo trattenuto dal terreno, viene facilmente veicolato dalle acque di percolazione a quelle di falda.

In Umbria la consistenza del patrimonio suinicolo secondo i dati forniti dall'ISTAT, V censimento generale dell'agricoltura anno 2000, ammonta a circa 250.000 capi.

La Tab. 108 riporta il carico potenziale di azoto prodotto per sottobacino, dedotto dal numero di capi presenti. La quantità di azoto prodotta annualmente da un capo suino (carico potenziale) è stata calcolata sulla base di un coefficiente pari a 50 g N/giorno/q, come suggerito dal Documento di "Aggiornamento del Piano Regionale di Risanamento delle Acque", del peso medio di un capo e della considerazione che per circa un mese, le stalle tra ciclo e ciclo rimangono vuote.

Per valutare il peso medio degli animali allevati si è considerato che in Regione viene effettuato prevalentemente un sistema di accrescimento a ingrasso con ciclo dai 30 ai 150 kg e con peso medio di 0,90 q in un anno.

Ciò ha portato a stimare che un capo medio produce 15 kg di N all'anno. Questo dato è perfettamente coerente con l'equivalenza assunta a base della D.G.R. n. 1577 del 22 dicembre 2000 normativa regionale che disciplinava il settore fino all'entrata in vigore della nuova "Direttiva Tecnica regionale concernente l'utilizzazione agronomica degli effluenti di allevamento..." approvata con D.G.R. 1492 del 2006 e allegata al presente Piano.

Nel territorio regionale sono in funzione due impianti consortili di depurazione, localizzati nei comuni di Bettona e Marsciano, che trattano, il primo, i reflui di circa 70.000 capi suini e, il secondo, di 50.000 capi, provenienti complessivamente da 160 allevamenti distribuiti nel territorio circostante. Gli impianti sono dotati di bacini di stoccaggio e sistemi di distribuzione delle acque azotate, mediante condotte fisse per l'impianto di Bettona e mobili per quello di Marsciano. Sono stati realizzati, principalmente con finanziamenti pubblici, con il preciso scopo di produrre un refluo finale ricco in azoto ammoniacale, da riutilizzare in agricoltura per recuperare il potere fertilizzante.

Nei due impianti di depurazione consortili che trattano i reflui zootecnici sopra descritti, l'attuale processo depurativo prevede una digestione anaerobica (primaria, secondaria e terziaria), seguita da centrifugazione, ossidazione biologica, sedimentazione dei solidi e stoccaggio con produzione di:

- biogas, utilizzato per la produzione di calore ed energia elettrica, immessa quest'ultima nella rete di distribuzione nazionale (ENEL);
- fanghi palabili, utilizzati come ammendanti in agricoltura, previa autorizzazione della Regione dell'Umbria;
- refluo ricco in azoto ammoniacale, utilizzato per fertirrigare colture da rinnovo o colture arboree specializzate.

Il processo depurativo dei due impianti consente un forte abbattimento del carico del refluo in entrata per i parametri BOD e fosforo; il carico di COD viene abbattuto per il 98%, rimanendo un residuo che corrisponde alla frazione non biodegradabile. Il processo depurativo non comporta, invece, un abbattimento significativo del carico di azoto proprio nel rispetto delle finalità per cui furono realizzati gli impianti.

L'utilizzo agronomico dei reflui depurati dagli impianti di Bettona e Marsciano fino all'anno 2006 era disciplinato dalla Deliberazione della Regione dell'Umbria n. 1577 del 22 dicembre 2000, che consentiva l'applicazione di un carico di azoto pari a 400 kg per ettaro per anno ed un carico idraulico non superiore a 200 m³ per ettaro e per anno.

Gli allevamenti suinicoli presenti nelle altre zone del territorio regionale (per un totale di circa 130.000 capi) dispongono di strutture di raccolta del liquame grezzo, o vagliato, e di sistemi di distribuzione sul terreno prevalentemente con carri-botte trainati o semoventi.

Al carico di azoto generato dagli allevamenti suinicoli sono stati applicati opportuni coefficienti, che tengono conto dei processi di abbattimento sopra descritti, al fine di stimare il carico di azoto applicato al campo. La metodologia utilizzata viene descritta al paragrafo 2.6.2.

Considerando i limiti di carico imposti dalla normativa regionale in vigore nell'anno 2000 (anno di riferimento per il dato sulla consistenza degli allevamenti suinicoli) la superficie necessaria alla fertirrigazione viene stimata in circa 7600 ettari. In questa stima viene fatta l'ipotesi che le aree adibite alla fertirrigazione vengano utilizzate solo per lo spandimento dei reflui suinicoli.

Pur non disponendo del dato relativo alla superficie effettivamente fertirrigata in Umbria nello stesso anno, si fornisce in Tab. 108 il dato relativo alle superfici che risultavano autorizzate a tale pratica nell'anno 2002, sulla base degli archivi di ARPA Umbria (che rilascia il parere ambientale per conto dei Comuni cui pervengono le comunicazioni relative alla pratica della fertirrigazione). Considerando che il settore zootecnico è in veloce evoluzione, si è ritenuto utile effettuare il confronto con le superfici che risultavano autorizzate nel 1997, sulla base della carta tematica facente parte del Piano Urbanistico Territoriale.

Tab. 108 - Carico potenziale di azoto di origine suinicola per sottobacino e superfici necessarie alla fertirrigazione

Sottobacino	Carico generato di N (kg)	Carico applicato di N (kg)	Aree fertirrigate necessarie ha	Aree autorizzate alla fertirrigazione anno 1997	Aree autorizzate alla fertirrigazione anno 2002
ALTO TEVERE	321.483	265.839	665	745	337
MEDIO TEVERE	662.691	521.862	1.305	2.295	1.223
BASSO TEVERE	152.975	110.142	275	1.015	64
CHIASCIO	658.624	576.739	1.442	1.873	1.004
TOPINO MARROGGIA	626.793	505.877	1.265	2.722	593
TRASIMENO	406.364	302.133	755	2.668	1.281
NESTORE	595.540	524.579	1.311	2.440	1.801
PAGLIA CHIANI	31.646	22.785	57	705	155
NERA	174.298	125.495	314	1.036	461
ARNO	106.782	76.883	192	563	232
TAMA	20.184	14.532	36	448	0
TOTALE	3.757.380	3.046.866	7.617	16.509	7.150

Fonte: ARPA Umbria

Dalla tabella si evince che la superficie che, in base ai dati 2002, risulta autorizzata alla fertirrigazione è, a scala regionale, insufficiente a ricevere i reflui prodotti dagli allevamenti suinicoli presenti nel territorio.

Ciò è dovuto, tra l'altro, alle limitazioni all'utilizzo dei reflui su alcune colture agrarie largamente presenti in Umbria, alla mancanza, per molti terreni, dei requisiti richiesti dalla normativa regionale e alla superficie agraria molto frazionata.

Il deficit di terreni autorizzati è particolarmente elevato nei sottobacini Alto Tevere, Basso Tevere, Chiascio e Topino Marroggia. La criticità per questi sottobacini nasce dalla destinazione non conosciuta del surplus di refluo.

Altri sottobacini, tra cui il Trasimeno e il Nestore, presentano una superficie autorizzata in esubero rispetto a quella necessaria a ricevere i quantitativi prodotti all'interno del sottobacino stesso. Nel caso del Paglia Chiani tale eccedenza è dovuta alla scarsissima consistenza degli allevamenti suinicoli.

Nell'interpretazione dei dati va considerata la possibilità, in particolare in relazione alla presenza degli impianti di depurazione, che si verifichi il trasferimento di reflui tra sottobacini.

Il confronto con i dati del 1997 evidenzia come le aree autorizzate fossero molto superiori, tuttavia nello stesso periodo anche la consistenza degli allevamenti suinicoli era superiore rispetto all'attuale.

2.4 Attività industriali che scaricano in corpo idrico

Il problema della quantificazione dei carichi puntuali generati dalle attività produttive richiederebbe la disponibilità di strumenti conoscitivi affidabili, che garantiscano informazioni approfondite e dettagliate. In particolare, si avverte la necessità di disporre di un catasto unitario degli scarichi produttivi che contenga informazioni su:

- localizzazione degli scarichi;
- soggetto titolare;
- caratteristiche produttive e consistenza dimensionale dell'azienda;
- regime autorizzatorio;
- eventuali trattamenti depurativi effettuati sui reflui;
- recettore finale;
- caratteristiche qualitative dello scarico;
- portata del refluo scaricato.

Allo stato attuale, tutte le informazioni disponibili risultano ancora frammentarie e non strutturate in un quadro chiaro ed organico.

Disponendo, in particolare, delle portate degli scarichi e concentrazioni degli inquinanti si eviterebbe l'incertezza insita nel dover quantificare la pressione del comparto produttivo tramite metodi indiretti come effettuato nel presente Piano.

Al fine di definire la distribuzione e le caratteristiche delle aziende che recapitano in corpo idrico superficiale, sono state svolte le seguenti attività:

- analisi ed integrazione del database delle aziende produttive georeferenziate descritto al paragrafo 1.5.2;
- estrazione delle attività produttive potenzialmente recapitanti in corpo idrico superficiale;
- stima dei carichi prodotti (BOD, azoto, fosforo) dalle singole aziende e analisi per sottobacino.

Il database delle aziende produttive georeferenziate (circa 2400 aziende) comprende sia aziende che recapitano in fognatura sia aziende che recapitano in corpo idrico superficiale.

Al fine di selezionare il set di aziende che recapitano in corpo idrico superficiale, è stata fatta la sovrapposizione digitale delle cartografie riportanti le aziende produttive e le infrastrutture fognario-depurative. Questo ha permesso di associare alle singole aziende l'informazione sul recapito finale dei reflui. Il risultato è una stima, nel senso che si assumono come recapitanti su corpo idrico superficiale tutte quelle aziende (quasi 500 su 2400 considerate) che, dal punto di vista cartografico, ricadono esternamente alle aree servite da fognatura. Tale assunzione appare plausibile alla luce delle attuali conoscenze, ma evidenzia la necessità di un'indagine supplementare di validazione, per la costruzione di un quadro conoscitivo il più completo e definito possibile.

Il database poi è stato corretto e integrato mediante il confronto con un elenco di 106 aziende georeferenziate conosciute ed identificate da ARPA Umbria come rilevanti dal punto di vista ambientale e recapitanti in corpo idrico superficiale. Di queste ne sono state riconosciute all'interno del database 42; le restanti 64, di cui si conosce la localizzazione e l'attività, ma non la consistenza occupazionale, vengono utilizzate per le statistiche di distribuzione sul territorio, ma non nell'analisi dei carichi inquinanti.

Ne deriva un set finale composto da 584 aziende georeferenziate che recapitano in corpo idrico superficiale.

La distribuzione nei sottobacini delle aziende potenzialmente recapitanti in corpo idrico superficiale è presentata in Fig. 58 e Tab. 109.

Tab. 109 - Distribuzione delle aziende umbre che recapitano in corpo idrico superficiale (1999)

Sottobacino	Aziende recapitanti in corpo idrico superficiale
Alto Tevere	103
Medio Tevere	47
Basso Tevere	21
Chiascio	79
Topino Marroggia	97
Trasimeno	31
Nestore	90
Paglia Chiani	23
Nera	90
TAMA	3
Totale	584

Fonte: ARPA Umbria

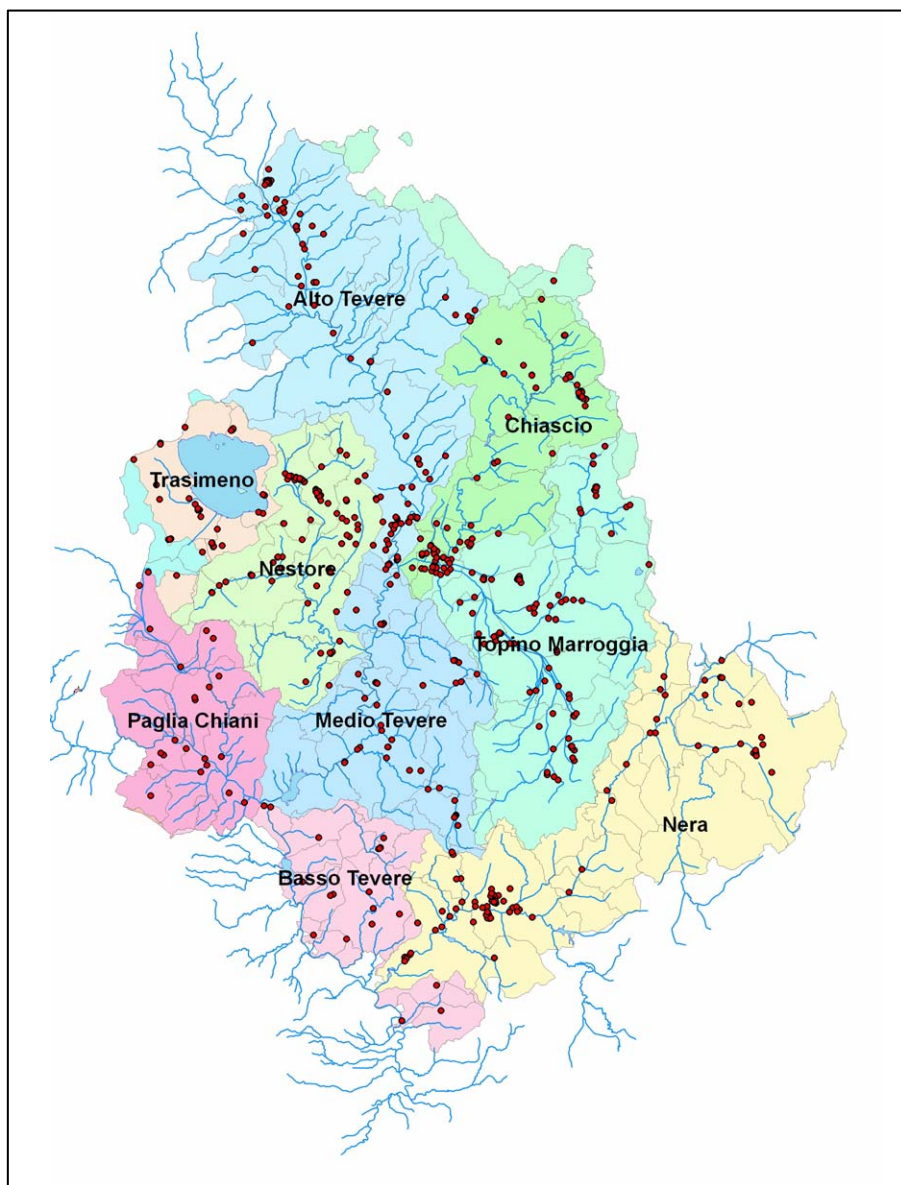


Fig. 58 - Distribuzione delle aziende potenzialmente recapitanti i reflui in corpo idrico superficiale all'interno dei sottobacini umbri

Fonte: ARPA Umbria

Per la stima dei carichi potenzialmente generati dalle aziende che recapitano i reflui in corpo idrico superficiale, è stata utilizzata la stessa metodologia già descritta al par. 2.1.

Nella Tab. 110 viene riportato, per sottobacino, il carico espresso come BOD, Azoto e Fosforo teoricamente prodotto dai 18.300 addetti delle 520 aziende georeferenziate, per le quali è noto il numero di addetti.

Tab. 110 - Carichi generati dalle aziende che recapitano in corpo idrico superficiale per sottobacino

Sottobacino	BOD prodotto (t/anno)	Azoto prodotto (t/anno)	Fosforo prodotto (t/anno)
Alto Tevere	2.695,1	25,5	1,6
Medio Tevere	1.288,1	7,9	0,5
Basso Tevere	117,2	3,1	0,2
Chiascio	728,5	21,0	1,3
Topino Marroggia	1.481,0	31,8	2,0
Trasimeno	441,6	4,1	0,3
Nestore	3.699,4	23,8	1,5
Paglia Chiani	470,1	3,1	0,2
Nera	2.181,4	61,0	3,9
TAMA	194,2	0,6	0,0
Totale	13.296,6	182,0	11,5

Fonte: ARPA Umbria

Dalla lettura della tabella si evince che il sottobacino Nera si distingue per la produzione sia di azoto che di fosforo, mentre il sottobacino Nestore presenta una criticità per quanto concerne il BOD, come l'Alto Tevere, seppur in maniera meno spiccata.

2.5 Le attività di itticoltura

L'acquicoltura regionale immette sul mercato il 6% della produzione italiana, ben rappresentando quella che è da sempre una risorsa economica tradizionale dell'Umbria. La troticoltura, quasi interamente concentrata in Valnerina, è senza dubbio il settore principe dell'itticoltura regionale, avendo rifornito il mercato di ben duemila tonnellate di pesce solo nel 2004.

Negli ultimi 30 anni grazie alle caratteristiche del territorio del bacino del fiume Nera, infatti, si sono qui insediati numerosi allevamenti di troticoltura, che da forme di attività a conduzione familiare, si sono trasformate in vere e proprie aziende a carattere agricolo-industriale. Lungo il tratto montano del bacino del Nera, sia lungo l'asta principale del fiume sia lungo i corsi d'acqua che vi afferiscono, sono sorti 16 impianti di troticoltura: 4 nella regione Marche e 12 nel territorio umbro, di questi 9 sono ubicati a monte della derivazione del canale del Medio Nera, tributario del lago di Piediluco.

Al fine di avere un quadro il più possibile attendibile sul fenomeno, ARPA Umbria ha effettuato il monitoraggio dell'impatto ambientale provocato dagli impianti di troticoltura della Valnerina con l'obiettivo di valutarne gli effetti sugli ecosistemi acquatici.

Per acquisire dati sull'entità del fenomeno, è stata realizzata una rete di monitoraggio che ha permesso di ottenere informazioni sulla qualità dei corpi idrici su cui insistono queste attività produttive. Tali informazioni hanno consentito di stimare il reale quantitativo di sostanze nutrienti (azoto e fosforo) liberate nell'ambiente e di sostanza organica prodotta, per poter risalire ai quantitativi di nutrienti scaricati nei corpi idrici recettori e al quantitativo di solidi sospesi da rimuovere.

I dati acquisiti durante la fase di monitoraggio, che ha avuto una durata pari a 18 mesi, hanno consentito di creare una banca dati in grado di caratterizzare l'evoluzione del sistema fluviale, la qualità delle acque e dei sedimenti, la risposta del sistema idrico in relazione alle variazioni stagionali. Le valutazioni effettuate hanno avuto inoltre lo scopo di individuare i possibili interventi e provvedimenti da adottare per mitigare l'impatto dovuto agli impianti di troticoltura.

La rete di monitoraggio è costituita da 12 stazioni di campionamento situate lungo l'asta fluviale del fiume Nera e dei suoi affluenti, in prossimità delle captazioni e degli scarichi relativi agli impianti di troticoltura. La localizzazione delle suddette stazioni è riportata in Tab. 111.

Tab. 111 - Stazioni di campionamento impianti di trotilcoltura nel bacino del Nera

Codice Stazione	Corso d'acqua	Località
1	Sorgente Molini	Molini di Preci, Preci, (PG)
2	Torrente Campiano	Campi di Norcia, Norcia, (PG)
3	Torrente Campiano	B.go Preci, Preci, (PG)
4	Torrente Campiano	Corone, Preci, (PG)
5	Fiume Sordo	Freddara, Norcia, (PG)
6	Fiume Sordo	Serravalle, Norcia, (PG)
7	Fiume Corno	Biselli, Norcia, (PG)
8	Fiume Vigi	Vallicelle, Cerreto di Spoleto, (PG)
10	Fosso Tissino	Peschiera, Cerreto di Spoleto, (PG)
11	Fiume Nera	Piedipaterno, Vallo di Nera, (PG)
12	Fosso Casana	Fonti Valcasana, Scheggino, (PG)
13	Fiume Nera	Terria, Ferentillo, (TR)

Fonte: ARPA Umbria

Per ciascuna stazione di campionamento sono stati individuati, sulla base delle caratteristiche degli impianti e delle matrici da analizzare, specifici punti di prelievo.

Le matrici ambientali analizzate sono state: acque superficiali, acque di sorgente, sedimenti fluviali, acque di scarico delle trotilcolture e sedimenti accumulati all'interno delle vasche di allevamento.

Le acque superficiali, all'ingresso degli impianti, sono state prelevate direttamente dal fiume, subito a monte della captazione dell'impianto o, dove possibile, all'interno dell'impianto stesso, in corrispondenza della prima vasca di allevamento.

Nel caso di impianti alimentati da acque di sorgente, il prelievo è stato effettuato direttamente all'uscita dei pozzi di alimentazione.

Le acque di scarico sono state invece prelevate, dove possibile, in corrispondenza dell'uscita dell'ultima vasca, oppure subito a valle dell'impianto, sul fiume.

I sedimenti fluviali sono stati campionati sui corsi d'acqua, rispettivamente a monte e valle delle captazioni e degli scarichi degli allevamenti; i sedimenti accumulati all'interno delle vasche di allevamento sono stati prelevati, quando presenti, nelle ultime vasche.

La grande quantità di dati raccolti ha messo in evidenza che nelle acque in uscita dagli impianti monitorati vi è un contenuto aumento dei parametri chimico-fisici strettamente connessi all'attività ittiogenica (BOD, COD, composti del fosforo e dell'azoto).

I dati di concentrazione media scaturiscono dalla differenza tra la concentrazione del parametro all'uscita e quella all'ingresso dell'impianto di trotilcoltura; tali incrementi medi sono tutti positivi, tranne che per l'ossigeno disciolto.

Diversa è la situazione che si verifica per i solidi in sospensione, unico parametro che sembra dipendere fortemente dall'attività di trotilcoltura.

I valori riscontrati in uscita infatti aumentano all'aumentare dell'estensione dell'impianto, mentre laddove esiste una vasca di decantazione l'aumento risulta più contenuto.

I carichi sono stati calcolati a partire dai dati di concentrazione degli inquinanti. I risultati devono però essere considerati delle stime poiché non sono state effettuate misure di portata, né vi sono idrometri in prossimità degli impianti. Sono stati utilizzati i dati delle portate concesse per l'esercizio degli impianti forniti dalla Provincia di Perugia.

Tab. 112 - Stima dei carichi prodotti dagli impianti di trocicoltura nel sottobacino del Nera

Impianto	Portate L/s	Carico solidi sospesi (t/anno)	Carico OD (t/anno)	Carico N-NH4 (t/anno)	Carico N-NO3 (t/anno)	Carico N tot. (t/anno)	Carico P tot. (t/anno)	Carico BOD5 (t/anno)	Carico COD (t/anno)
1	40	0,95	0,79	0,13	0,13	0,32	0,06	0,95	3,15
2	38	0,13	1,04	0,57	0,09	0,32	0,06	1,26	2,52
3	180	25,23	11,92	1,26	0,09	1,58	0,63	9,46	15,77
4	445	88,30	10,94	3,15	1,89	6,31	0,95	23,97	31,54
5	362	18,92	15,74	3,15	3,15	1,26	0,63	17,34	37,84
6	226	22,08	3,91	0,06	0,63	3,15	0,32	5,61	9,46
7	1367	119,84	50,14	15,77	6,94	23,34	3,15	103,44	239,67
8	98	2,21	3,34	0,95	0,32	1,58	0,16	4,79	6,31
10	95	6,31	0,50	0,32	0,03	0,95	0,06	4,26	9,46
11	3000	47,30	103,12	13,25	13,25	31,54	3,78	138,13	419,43
12	350	3,15	18,76	0,32	0,32	1,26	0,32	8,04	15,77
13	1000	22,08	3,44	4,73	4,73	12,93	1,89	24,28	129,30
Carichi totali (tonn/anno)		356,48	223,65	43,65	31,57	84,52	12,02	341,53	920,22

Fonte: ARPA Umbria

Le trociculture localizzate nel bacino a monte della diramazione del canale del Medio Nera, che convoglia le acque del fiume verso il Lago di Piediluco, producono un carico inquinante stimato in 18,7 Kg/giorno per il fosforo e 112,4 Kg/giorno di azoto. Correlando tali dati con quelli relativi al carico inquinante complessivo presente nella stessa porzione di bacino, si ottiene che l'apporto percentuale di fosforo dovuto alle sole trociculture è pari al 18% del totale mentre quello di azoto è di poco inferiore al 7%.

Tali dati indicano che il cospicuo numero di stabilimenti di trocicoltura presenti su uno stesso sistema idrico, ubicati a poca distanza l'uno dall'altro, genera un effetto sommatoria che potrebbe compromettere la capacità autodepurativa dei corpi idrici recettori.

Considerando che l'impatto maggiore è costituito dai solidi in sospensione, che, tra l'altro contengono anche quei nutrienti responsabili del fenomeno di eutrofizzazione, si può concludere che sarebbe opportuno che gli interventi volti a mitigare l'impatto ambientale degli allevamenti ittici riguardino proprio l'abbattimento di questo parametro. Possibili soluzioni migliorative consistono nella costruzione di vasche di sedimentazione, nell'adozione di sistemi filtranti o ancora nell'utilizzo di mangimi, correttamente distribuiti, che consentano migliori prestazioni, sia nutrizionali che igieniche.

2.6 Carichi effettivi (sversati)

2.6.1 I carichi sversati da fonti puntuali

Al fine della valutazione del carico sversato da fonti puntuali è stato preso in considerazione sia il carico che affluisce nei corsi d'acqua o su suolo attraverso la rete fognaria sia il carico legato alle attività produttive che scaricano direttamente in corpo idrico.

2.6.1.1 Carichi sversati da impianti di depurazione

Il carico sversato dagli impianti di depurazione è stato valutato mediante una stima che ha tenuto conto dei risultati delle indagini effettuate nell'ambito dello studio V.E.I.DE. (Valutazione dell'Efficienza degli Impianti di depurazione, ARPA Umbria) nonché dei risultati delle analisi effettuate da ARPA sui reflui in entrata e in uscita dagli impianti. Nel metodo utilizzato, per la definizione delle portate in ingresso agli impianti, è stato assunto un carico idraulico per abitante equivalente trattato pari a 200 l/giorno, corrispondente ad una dotazione unitaria di 250 l/giorno, con perdite di circa il 20%.

Quindi, sulla base delle analisi effettuate da ARPA, sono stati valutati i valori medi dei principali parametri in ingresso per diverse classi di potenzialità di depurazione, come riportato in Tab. 113.

Per la stima dei carichi sversati, ai singoli impianti sono stati applicati ai carichi in ingresso coefficienti di abbattimento noti in letteratura, differenziati per tipologia di trattamento (Tab. 114).

Tab. 113 - Valori di concentrazione medi, in ingresso agli impianti di depurazione

Classe depuratore (AE)	BOD5 (mg/l)	Azoto (mg/l)	Fosforo (mg/l)
0-1.999	140	55,1	4,3
2.000-10.000	149	41,3	3,1
10.001-100.000	185	36,1	3,8
>100.000	208	28,9	2,9

Fonte: ARPA Umbria

Tab. 114 - Percentuali di abbattimento standard, per tipologia di trattamento depurativo

Tipologia depuratore	Livello depurativo	BOD5 (%)	Azoto (%)	Fosforo (%)
sedimentatore	I	25	15	10
fossa Imhoff	I	25	15	10
fossa settica	I	25	15	10
lagune biologiche	II	80	35	25
fanghi attivi ad aerazione prolungata con defosfatazione	II	80	35	80
fanghi attivi ad aerazione prolungata	II	80	35	25
fanghi attivi	II	80	35	25
biodischi	II	80	35	25
fanghi attivi con nitri-denitri	II*	90	70	25
fanghi attivi con defosfatazione e nitri-denitri	III	90	70	80

L'applicazione della metodologia suddetta ha portato dunque alla valutazione dei carichi trattati dagli impianti di depurazione e dei relativi carichi sversati, sia in corpo idrico superficiale sia su suolo.

Il confronto tra i carichi in ingresso e quelli in uscita dagli impianti localizzati all'interno del medesimo sottobacino, ha permesso di calcolare le percentuali di abbattimento, a scala di sottobacino, per ogni parametro analizzato.

Tab. 115 - Carichi trattati, sversati e relativi abbattimenti, negli impianti di trattamento che recapitano in corpo idrico superficiale, per sottobacino

Sottobacino	Ingresso			Uscita			Abbattimento		
	BOD ₅ (t/anno)	Azoto (t/anno)	Fosforo (t/anno)	BOD ₅ (t/anno)	Azoto (t/anno)	Fosforo (t/anno)	BOD ₅ (%)	Azoto (%)	Fosforo (%)
Alto Tevere	1.672,2	337,4	34,6	172,9	106,4	23,6	89,7	68,5	31,7
Medio Tevere	489,9	134,2	11,4	97,0	73,5	6,4	80,2	45,3	44,2
Basso Tevere	217,5	76,9	5,9	59,8	45,6	4,7	72,5	40,7	21,7
Chiascio	1.180,0	243,1	24,7	121,1	74,1	15,9	89,7	69,5	35,6
Topino - Marroggia	1.314,8	301,4	28,7	268,4	170,9	21,9	79,6	43,3	23,5
Trasimeno	308,7	79,0	6,8	38,5	28,7	2,1	87,5	63,7	68,8
Nestore	1.787,5	359,8	36,9	189,0	116,1	27,7	89,4	67,7	25,0
Paglia - Chiani	358,0	96,6	8,7	81,8	52,2	6,8	77,2	46,0	21,9
Nera	2.805,9	472,8	45,5	342,7	178,9	34,5	87,8	62,2	24,3
Arno	21,2	8,3	0,7	3,6	4,1	0,3	82,9	51,2	51,0
T.A.M.A.	46,0	14,7	1,1	11,1	9,8	0,9	76,0	33,2	23,6
Totale	10.201,7	2.124,4	205,1	1.385,9	860,2	144,7	86,4	59,5	29,4

Fonte: ARPA Umbria

Tab. 116 - Carichi trattati, sversati e relativi abbattimenti negli impianti di trattamento che recapitano su suolo, per sottobacino di riferimento

Sottobacino	Ingresso			Uscita			Abbattimento		
	BOD ₅ (t/anno)	Azoto (t/anno)	Fosforo (t/anno)	BOD ₅ (t/anno)	Azoto (t/anno)	Fosforo (t/anno)	BOD ₅ (%)	Azoto (%)	Fosforo (%)
Alto Tevere	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
Medio Tevere	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
Basso Tevere	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
Chiascio	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
Topino - Marroggia	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
Trasimeno	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
Nestore	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
Paglia - Chiani	1,4	0,6	0,0	1,1	0,5	0,0	25,0	15,0	10,0
Nera	2,3	0,9	0,1	1,7	0,8	0,1	25,0	15,0	10,0
Arno	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
T.A.M.A.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
Totale	3,7	1,4	0,1	2,8	1,2	0,1	25,0	15,0	10,0

Fonte: ARPA Umbria

L'analisi dei dati relativi alle concentrazioni medie in uscita dai depuratori ha evidenziato, in un limitato numero di casi, il superamento dei valori limite previsti dalla normativa per i parametri azoto e fosforo in uscita da impianti ubicati in area sensibile e di potenzialità superiore a 10.000 AE (Tabella 2 dell'allegato 5 del D.Lgs. 152/99).

Un altro aspetto indagato è quello relativo ai quantitativi di acque reflue che attualmente, in base alla stima effettuata, non risultano essere trattati dagli impianti, in quanto eccedenti rispetto alla potenzialità di progetto degli stessi. Tale situazione è evidenziata nella Tab. 117, in cui si osserva come questo carico eccedente rappresenta una significativa quota del contributo inquinante nei corpi idrici superficiali, soprattutto per quel che riguarda il parametro BOD₅.

Tab. 117 - AE eccedentari la potenzialità di progetto e relativi carichi sversati, per sottobacino di riferimento

Sottobacino	AE eccedentari (AE)	BOD₅ (t/anno)	Azoto (t/anno)	Fosforo (t/anno)
Alto Tevere	0	0,0	0,0	0,0
Medio Tevere	933	20,4	4,2	0,5
Basso Tevere	2.392	52,4	10,8	1,4
Chiascio	11.124	243,6	50,1	6,5
Topino - Marroggia	24.614	539,0	110,8	14,4
Trasimeno	332	7,3	1,5	0,2
Nestore	3.448	75,5	15,5	2,0
Paglia - Chiani	460	10,1	2,1	0,3
Nera	4.458	97,6	20,1	2,6
Arno	198	4,3	0,9	0,1
T.A.M.A.	0	0,0	0,0	0,0
Totale	47.959	1.050,3	215,8	28,0

Fonte: ARPA Umbria

2.6.1.2 Carichi sversati da reti fognarie non depurate

Come si evince dalle differenze tra gli AE serviti e quelli depurati, riportati in Tab. 87, in Umbria vi sono circa 60.000 AE i cui reflui convogliati in fognatura non subiscono alcun trattamento depurativo. Il carico così sversato in corpo idrico superficiale (Tab. 118) è pari a quello generato, ottenuto dal prodotto del numero di abitanti equivalenti per i coefficienti di generazione presentati in Tab. 89.

Tab. 118 - Carichi sversati in corpo idrico superficiale da reti non collegate ad impianti di depurazione

Sottobacino	BOD₅ (t/anno)	Azoto (t/anno)	Fosforo (t/anno)
Alto Tevere	278,1	57,2	7,4
Medio Tevere	145,3	29,9	3,9
Basso Tevere	74,2	15,2	2,0
Chiascio	119,6	24,6	3,2
Topino - Marroggia	84,4	17,4	2,3
Trasimeno	56,4	11,6	1,5
Nestore	472,6	97,1	12,6
Paglia - Chiani	26,6	5,5	0,7
Nera	51,8	10,6	1,4
Arno	0,0	0,0	0,0
T.A.M.A.	0,0	0,0	0,0
Totale	1309,0	269,0	34,9

Fonte: ARPA Umbria

2.6.1.3 Carichi sversati su suolo da fonti di tipo puntuale

Questo contributo è rappresentato dai carichi sversati dai residenti presenti nelle case sparse, e da quelli relativi alle porzioni di agglomerati che risultano prive di rete fognaria.

Ad ogni residente è stato attribuito l'usuale carico pro capite riportato in Tab. 89. A tali carichi generati sono stati applicati i coefficienti di abbattimento caratteristici di un impianto di primo livello: 25% per il BOD₅, 15% per l'azoto e 10% per il fosforo. Infatti in tali situazioni si ipotizza che siano comunque presenti dei sistemi di depurazione di tipo primario, al servizio delle singole utenze, in grado di produrre un ridotto abbattimento dei carichi generati.

Per tenere conto quindi dei processi di trasferimento dal suolo al reticolo di drenaggio, per la stima del carico sversato in corpo idrico sono stati applicati ulteriori coefficienti di abbattimento coincidenti con quelli utilizzati per il carico di origine diffusa (Tab. 120).

Tab. 119 - Carichi sversati su suolo da fonti puntuali

Sottobacino	Agglomerati			Case sparse			Totale		
	BOD ₅ (t/anno)	Azoto (t/anno)	Fosforo (t/anno)	BOD ₅ (t/anno)	Azoto (t/anno)	Fosforo (t/anno)	BOD ₅ (t/anno)	Azoto (t/anno)	Fosforo (t/anno)
Alto Tevere	257,6	60,0	8,2	314,8	73,3	10,1	572,4	133,3	18,3
Medio Tevere	153,5	35,8	4,9	272,4	63,4	8,7	425,9	99,2	13,6
Basso Tevere	74,8	17,4	2,4	133,7	31,1	4,3	208,5	48,6	6,7
Chiascio	127,8	29,8	4,1	184,9	43,1	5,9	312,7	72,8	10,0
Topino - Marroggia	347,8	81,0	11,1	308,4	71,8	9,9	656,2	152,8	21,0
Trasimeno	59,0	13,7	1,9	68,2	15,9	2,2	127,2	29,6	4,1
Nestore	246,8	57,5	7,9	186,9	43,5	6,0	433,7	101,0	13,9
Paglia - Chiani	112,1	26,1	3,6	97,0	22,6	3,1	209,0	48,7	6,7
Nera	427,9	99,7	13,7	196,5	45,8	6,3	624,5	145,4	20,0
Arno	20,9	4,9	0,7	15,8	3,7	0,5	36,7	8,5	1,2
T.A.M.A.	12,3	2,9	0,4	16,3	3,8	0,5	28,6	6,7	0,9
Totale	1.840,5	428,7	58,9	1.794,9	418,0	57,4	3.635,5	846,7	116,3

Fonte: ARPA Umbria

Tab. 120 - Carichi sversati in corpo idrico da fonti puntuali che recapitano su suolo

Sottobacino	Totale		
	BOD ₅ (t/anno)	Azoto (t/anno)	Fosforo (t/anno)
Alto Tevere	28,62	26,66	0,55
Medio Tevere	21,30	19,84	0,41
Basso Tevere	10,43	9,72	0,20
Chiascio	15,64	14,56	0,30
Topino - Marroggia	32,81	30,56	0,63
Trasimeno	6,36	5,92	0,12
Nestore	21,69	20,20	0,42
Paglia - Chiani	10,46	9,74	0,20
Nera	31,23	29,08	0,60
Arno	1,84	1,70	0,04
T.A.M.A.	1,43	1,34	0,03
Totale	181,81	169,58	3,49

Fonte: ARPA Umbria

2.6.1.4 Carichi sversati da sfioratori di piena

Prendendo a riferimento i dati sulla ricognizione effettuata dalle ATO relativamente alle aree servite da rete fognaria, si è stimata, per tutti gli agglomerati, la consistenza del carico sversato dagli scaricatori di piena.

Durante gli eventi meteorici, notevoli quantità di inquinanti vengono asportate dalle superfici scolanti urbane, rimosse dai collettori fognari e veicolate, attraverso gli scaricatori di piena, in corsi d'acqua naturali e artificiali, senza poter transitare attraverso gli impianti di depurazione.

Nelle reti fognarie di tipo misto, destinate a convogliare sia le acque reflue sia, in tempo di pioggia, le acque meteoriche, gli scaricatori di piena sono sempre stati dimensionati in modo tale da entrare in funzione anche per portate modeste, ossia per gradi di diluizione quasi mai superiori a 5-6 volte la portata media di tempo secco.

Tenuto conto delle caratteristiche meteorologiche del territorio regionale, gli eventi che nel corso di un anno possono dare luogo a sfioro nei recettori sono dell'ordine di 50-70 nelle aree di pianura e 80-90 nelle zone collinari-montuose, con una durata media tale per cui, nelle prime 2-3 ore del singolo evento medio, risulta scaricato il 70-80% dell'apporto, quindi con una incidenza temporale complessiva della maggior parte del fenomeno, su base annuale, dell'ordine di 130-250 ore, pari a 1,5-3% del totale annuo.

Relativamente alla durata degli effetti negli alvei, questa dipende da molteplici fattori idrologico-idraulici, ma soprattutto dalla velocità della corrente e dalla lunghezza dell'asta interessata; mediamente, a livello regionale, per le aree di pianura, si possono assumere 12-18 ore.

In prima istanza, si può dunque ammettere che gli scaricatori di piena producono degli effetti nei corsi d'acqua superficiale per circa 60 giorni all'anno per una durata media di 12 ore al giorno.

Per valutare in modo rigoroso il fenomeno occorrerebbe conoscere localmente gli eventi pluviometrici con scansione temporale di pochi minuti e quindi simulare la rete fognaria e il corpo idrico con il medesimo dettaglio. Per le valutazioni connesse al presente piano è sufficiente invece stimare l'entità dei relativi apporti inquinanti in condizioni medie, su base annuale, mensile, o comunque su aggregazioni temporali estese, ricorrendo a semplici e consolidate valutazioni statistiche.

Il metodo proposto opera una stima della massa totale di inquinante sversata dagli scaricatori, in funzione della porzione di superficie urbana impermeabile a monte degli scaricatori stessi, sulla base di una parametrizzazione conseguente a simulazioni compiute su alcuni bacini urbani sperimentali, per i quali sono disponibili misure di dettaglio.

Si considerano al riguardo i seguenti apporti unitari per ettaro urbano impermeabilizzato e per mm di pioggia caduta nel periodo di riferimento:

BOD ₅	=	0,297 kg/ha/mm
P _{tot}	=	0,010 kg/ha/mm
N _{tot}	=	0,032 kg/ha/mm

Per l'applicazione del metodo semplificato, occorre:

- stabilire la soglia dimensionale per cui considerare i centri abitati della regione;
- definire le piogge medie locali;
- definire le superfici drenanti le acque di pioggia dei singoli centri abitati;
- individuare opportuni coefficienti caratterizzanti il grado di impermeabilità di dette superfici;
- calcolare i carichi medi sversati per i diversi inquinanti, in funzione dei relativi valori per unità di superficie e di altezza di pioggia.

Soglia dimensionale

Per stabilire la dimensione minima dei centri abitati da considerare per gli effetti dei relativi scaricatori, è stata fatta l'ipotesi di trascurare tutti i centri che, in condizioni di pioggia, determinano sversamenti in corpo idrico superficiale inferiori al carico rilasciato da un depuratore di potenzialità pari a 2.000 AE.

Sono stati al riguardo considerati gli scarichi di BOD₅ del depuratore espressi in *kg/giorno* e confrontati con i carichi sversati dagli scaricatori per *ettaro* di superficie impermeabile in situazione di pioggia, espressi in *kg/ha/giorno*; il relativo rapporto fornisce gli *ettari* di superficie impermeabile.

Un impianto di trattamento di tipo secondario al servizio di 2.000 AE, tratta giornalmente circa 120 kg/giorno di BOD₅ (60g/ab/giorno * 2.000 AE = 120 kg/giorno); ipotizzando un abbattimento dell'80% del carico in ingresso si ottengono in uscita mediamente 24 kg/giorno di BOD₅.

Prendendo a riferimento gli apporti unitari per ettaro impermeabilizzato ricavati dalla sperimentazione, si deduce che un'area urbana di 1 ha, sottoposta ad una pioggia di 800 mm/anno, sversa in corpo idrico, attraverso gli scaricatori di piena, circa 208 kg/anno di BOD₅. Siccome gli sfioratori sono attivati circa 60 giorni all'anno, per una durata media di 12 ore ad evento, si ottiene un carico giornaliero sversato di 208/(60*12/24) ≈ 7 kg/giorno.

Per ottenere dunque un carico sversato pari a quello dell'impianto di trattamento da 2.000 AE sarà necessario disporre di una superficie impermeabilizzata di $(24/7) \approx 3,4$ ha, equivalente ad una superficie urbana di 5,7 ha con un coefficiente di impermeabilizzazione pari a 0,6.

Piogge medie locali

Le piogge medie annue sulla regione sono state in prima approssimazione assunte pari a 800 mm per tutti i comuni della regione.

Valutazione delle superfici impermeabili

A partire dalle superfici urbane dei centri abitati disponibili per l'intero territorio regionale, sono state ricavate le superfici impermeabili, assumendo un coefficiente medio pari a 0,6, che tiene conto della presenza di aree verdi all'interno del tessuto urbano continuo.

Calcolo dei carichi inquinanti

Per i singoli centri abitati di estensione urbana superiore a 5,7 ha, dal prodotto tra le superfici impermeabili, le piogge medie annue locali e gli apporti unitari dei diversi parametri (BOD₅, N e P) si ottengono le stime annue di scarico in asta.

Dall'applicazione della metodologia proposta si ottengono, in prima approssimazione, a livello medio annuo e regionale, i seguenti scarichi in asta: 3.235 t/anno di BOD₅, 349 t/anno di N e 109 t/anno di P. In termini di abitanti equivalenti, tale carico equivale a 147.717 AE ed è prodotto da 278 agglomerati con superficie urbana superiore a 5,7 ha.

Tra questi sono compresi 15 agglomerati di consistenza superiore a 10.000 AE che concorrono allo sversamento di un carico inquinante stimato in 2.208 t/anno di BOD₅, 238 t/anno di N e 74 t/anno di P, pari circa al 70% del complessivo regionale.

In Tab. 121 si riportano gli agglomerati che rispondono al suddetto criterio dimensionale e i relativi carichi sversati dagli sfioratori di piena.

Tab. 121 - Carichi sversati dagli sfioratori di piena degli agglomerati di consistenza >10.000 AE e superficie urbana >5.7 ha

Nome agglomerato	AE nominali (AE)	Sup imp (ha)	Carico sversato (AE)	BOD5 sversato (t/anno)	Azoto sversato (t/anno)	Fosforo sversato (t/anno)
PERUGIA	197.946	2.644	28.681	628	68	21
TERNI	164.370	1.347	14.618	320	34	11
FOLIGNO - SPELLO	62.859	787	8.542	187	20	6
ASSISI - BASTIA	58.656	922	10.005	219	24	7
CITTA' DI CASTELLO	55.859	779	8.454	185	20	6
SPOLETO	41.192	454	4.927	108	12	4
GUBBIO	30.886	378	4.098	90	10	3
ORVIETO	17.190	215	2.334	51	6	2
DERUTA - TORGIANO - BETTONA	16.915	344	3.728	82	9	3
NARNI	16.879	246	2.672	59	6	2
FOSSATO DI VICO - GUALDO TADINO	15.751	272	2.946	65	7	2
UMBERTIDE	15.014	297	3.218	70	8	2
TODI	11.093	181	1.969	43	5	1
PASSIGNANO SUL TRASIMENO	11.053	244	2.647	58	6	2
TREVI	10.962	184	2.002	44	5	1
Agglomerati >10000 AE	726.625	9.295	100.841	2.208	238	74
Totale	944.373	13.615	147.717	3.235	349	109

Fonte: ARPA Umbria

Tab. 122 - Carichi sversati dagli sfioratori di piena per sottobacino

Sottobacino	BOD₅ (t/anno)	Azoto (t/anno)	Fosforo (t/anno)
Alto Tevere	597,3	64,4	20,1
Medio Tevere	228,4	24,6	7,7
Basso Tevere	94,2	10,1	3,2
Chiascio	359,2	38,7	12,1
Topino - Marroggia	565,6	60,9	19
Trasimeno	176,4	19,0	5,9
Nestore	522,2	56,3	17,6
Paglia - Chiani	131,4	14,2	4,4
Nera	542,0	58,4	18,2
Arno	10,3	1,1	0,3
T.A.M.A.	8,0	0,9	0,3
Totale	3.235,0	348,6	108,9

Fonte: ARPA Umbria

2.6.1.5 Carichi sversati da attività manifatturiere che recapitano in corpo idrico superficiale

La valutazione dei carichi sversati da attività produttive che recapitano direttamente in corpo idrico superficiale è stata condotta a partire dall'analisi dei carichi potenziali generati dal settore industriale già presentata al paragrafo 2.1.4.

La stima è stata effettuata applicando al carico generato i coefficienti di riduzione di un secondo livello depurativo (abbattimenti pari a 80% per il BOD, 35% per l'azoto, 25% per il fosforo), prevedendo pertanto un abbattimento sia della componente organica che dei nutrienti presenti nei reflui.

In Tab. 123 si riportano i valori dei carichi sversati dal settore manifatturiero per singolo sottobacino di riferimento.

Tab. 123 - Carichi sversati da attività manifatturiere che recapitano in corpo idrico superficiale per sottobacino

Sottobacino	BOD₅ (t/anno)	Azoto (t/anno)	Fosforo (t/anno)
Alto Tevere	539,0	16,6	1,2
Medio Tevere	257,6	5,1	0,4
Basso Tevere	23,4	2,0	0,1
Chiascio	145,7	13,7	1,0
Topino - Marroggia	296,2	20,7	1,5
Trasimeno	88,3	2,7	0,2
Nestore	739,9	15,4	1,1
Paglia - Chiani	94,0	2,0	0,1
Nera	436,3	39,6	2,9
Arno	7,5	0,2	0,0
T.A.M.A.	31,4	0,2	0,0
Totale	2.659,3	118,3	8,6

Fonte: ARPA Umbria

2.6.1.6 Carichi sversati dalle attività ittogeniche

Dalle stime effettuate emerge che il carico sversato proveniente dai soli impianti di trotilcoltura presenti nel sottobacino del Nera è pari a 231,6 kg/giorno per l'azoto e 32,9 kg/giorno per il fosforo, corrispondenti a carichi annuali di 84 t/anno di azoto e 12 t/anno di fosforo. Questi quantitativi sono paragonabili a quelli scaricati mediamente in corpo idrico superficiale dalle altre fonti industriali presenti nel sottobacino del Nera a valle della confluenza del Velino.

Dall'analisi territoriale dei dati risulta inoltre che gli allevamenti non producono singolarmente impatti tali da compromettere la qualità delle acque nel bacino del Nera; tuttavia viene evidenziato che, nel loro complesso, i numerosi stabilimenti presenti, ubicati a poca distanza uno dall'altro, possono generare un effetto sommatoria che potrebbe compromettere seriamente la qualità dei corsi d'acqua, come già evidenziato al paragrafo 2.5.

2.6.2 I carichi sversati da fonti diffuse

Al fine della valutazione del carico diffuso sono state prese in considerazione le componenti agricoltura e zootecnia.

Nella condizione attuale si è supposto che il fabbisogno colturale, descritto nel paragrafo 2.1, sia soddisfatto principalmente con l'apporto di nutrienti di origine zootecnica e, ove necessario, con fertilizzanti chimici.

I carichi inquinanti di origine zootecnica applicati al campo, sono stati calcolati a partire dai carichi potenzialmente generati stimati al par.2.1, attraverso opportuni coefficienti differenziati per parametro inquinante e per specie allevata.

Relativamente agli avicoli e agli ovi-caprini si è supposto che i carichi generati di BOD₅, azoto e fosforo vengano applicati tal quali ai terreni agricoli.

Per il comparto suinicolo, rappresentato complessivamente da circa 250.000 capi, si è tenuto conto che una parte dei reflui prodotti, pari a circa il 50% del totale, viene depurato dai due impianti di depurazione di tipo zootecnico descritti nei paragrafi precedenti. In base alle informazioni disponibili relative al funzionamento di tali impianti, si è stimato, nello scenario attuale, una capacità di trattamento elevata per quanto riguarda BOD₅ e fosforo ma poco significativa per l'azoto. Il refluo in uscita dagli impianti di depurazione viene poi considerato come applicato al campo per fertirrigazione. Si assume, in accordo con le normative regionali e nazionali di settore, che il refluo suinicolo che non viene portato agli impianti di depurazione venga utilizzato per la fertirrigazione dopo un periodo di stoccaggio. In accordo con quanto valutato nel decreto ministeriale in applicazione dell'art. 38 del D.Lgs. 152/99, la perdita per volatilizzazione viene stimata nel 28% del carico di azoto generato, mentre non sono state considerate riduzioni relativamente ai carichi generati di BOD₅ e fosforo.

Per i reflui prodotti dai bovini (letame) si è supposto l'adozione di tecniche di maturazione (stoccaggio) prima del loro utilizzo, che consentono una riduzione, per volatilizzazione dell'ammoniaca, di circa il 50% del carico di azoto prodotto in origine. Anche in questo caso non sono state considerate riduzioni relativamente ai carichi generati di BOD₅ e fosforo.

Dal carico stimato come "applicato al campo", è stato valutato il carico "sversato", applicando i coefficienti di rilascio in acque superficiali ottenuti da letteratura e riportati in Tab. 124.

I carichi "applicati al campo" ed i carichi sversati per sottobacino vengono presentati in Tab. 125, Tab. 126 e Tab. 127.

Tab. 124 - Coefficienti di rilascio in corpo idrico superficiale dei carichi apportati "al campo" nella situazione attuale

BOD₅ (%)	Azoto (%)	Fosforo (%)
5	20	3

Fonte: ARPA Umbria

Tab. 125 - Carichi di BOD₅ generati, applicati e sversati da fonti diffuse nello scenario attuale

sottobacino	Fabbisogno colturale (t/anno)	Generato Zootecnia (t/anno)	Applicato			Sversato		
			Chimico (t/anno)	Zootecnico (t/anno)	Totale (t/anno)	Chimico (t/anno)	Zootecnico (t/anno)	Totale (t/anno)
Alto Tevere	-	5.563,2	0,0	4646,6	4646,6	0,0	232,3	232,3
Medio Tevere	-	7.071,9	0,0	5879,2	5879,2	0,0	294,0	294,0
Basso Tevere	-	2.628,3	0,0	2628,3	2628,3	0,0	131,4	131,4
Chiascio	-	6.795,2	0,0	4061,1	4061,1	0,0	203,1	203,1
Topino – Marroggia	-	9.260,1	0,0	7804,5	7804,5	0,0	390,2	390,2
Trasimeno	-	3.271,6	0,0	3016,9	3016,9	0,0	150,8	150,8
Nestore	-	5.278,7	0,0	2724,3	2724,3	0,0	136,2	136,2
Paglia – Chiani	-	1.580,6	0,0	1580,6	1580,6	0,0	79,0	79,0
Nera	-	6.587,3	0,0	6587,3	6587,3	0,0	329,4	329,4
Arno	-	837,3	0,0	837,3	837,3	0,0	41,9	41,9
TAMA	-	860,5	0,0	860,5	860,5	0,0	43,0	43,0
Totale regionale	-	49.734,7	0,0	40626,7	40626,7	0,0	2031,3	2.031,3

Fonte: ARPA Umbria

Tab. 126 – Carichi di azoto generati, applicati e sversati da fonti diffuse nello scenario attuale

sottobacino	Fabbisogno colturale (t/anno)	Generato Zootecnia (t/anno)	Applicato			Sversato		
			Chimico (t/anno)	Zootecnico (t/anno)	Totale (t/anno)	Chimico (t/anno)	Zootecnico (t/anno)	Totale (t/anno)
Alto Tevere	5.395,5	1.270,0	4.431,1	964,4	5.395,5	886,2	192,9	1.079,1
Medio Tevere	6.939,2	1.657,8	5.609,6	1.329,6	6.939,2	1.121,9	265,9	1.387,8
Basso Tevere	3.371,9	588,1	2.969,7	402,2	3.371,9	593,9	80,4	674,4
Chiascio	3.370,7	1.474,3	2.236,4	1.134,3	3.370,7	447,3	226,9	674,1
Topino – Marroggia	7.786,1	2.334,3	5.955,9	1.830,2	7.786,1	1.191,2	366,0	1.557,2
Trasimeno	2.439,7	640,0	1.953,6	486,1	2.439,7	390,7	97,2	487,9
Nestore	4.064,3	1.060,0	3.190,9	873,4	4.064,3	638,2	174,7	812,9
Paglia – Chiani	3.252,4	381,9	2.964,4	288,0	3.252,4	592,9	57,6	650,5
Nera	4.442,0	1.493,5	3.342,7	1.099,3	4.442,0	668,5	219,9	888,4
Arno	674,4	167,4	551,1	123,3	674,4	110,2	24,7	134,9
TAMA	623,7	213,6	477,7	146,0	623,7	95,5	29,2	124,7
Totale regionale	42.359,9	11.280,9	33.683,1	8.676,8	42.359,9	6.736,6	1.735,4	8.472,0

Fonte: ARPA Umbria

Tab. 127 - Carichi di fosforo generati, applicati e sversati da fonti diffuse nello scenario attuale

sottobacino	Fabbisogno colturale (t/anno)	Generato Zootecnia (t/anno)	Applicato			Sversato		
			Chimico (t/anno)	Zootecnico (t/anno)	Totale (t/anno)	Chimico (t/anno)	Zootecnico (t/anno)	Totale (t/anno)
Alto Tevere	1.814,8	332,4	1.528,2	286,6	1.814,8	45,8	8,6	54,4
Medio Tevere	2.244,1	494,9	1.808,8	435,3	2.244,1	54,3	13,1	67,3
Basso Tevere	1.082,1	141,3	940,8	141,3	1.082,1	28,2	4,2	32,5
Chiascio	1.017,1	384,1	769,8	247,3	1.017,1	23,1	7,4	30,5
Topino – Marroggia	2.317,8	658,0	1.732,6	585,2	2.317,8	52,0	17,6	69,5
Trasimeno	708,7	187,0	534,4	174,3	708,7	16,0	5,2	21,3
Nestore	1.285,7	298,9	1.114,5	171,2	1.285,7	33,4	5,1	38,6
Paglia – Chiani	1.292,1	100,2	1.191,9	100,2	1.292,1	35,8	3,0	38,8
Nera	1.402,1	378,4	1.023,7	378,4	1.402,1	30,7	11,4	42,1
Arno	193,6	48,5	145,1	48,5	193,6	4,4	1,5	5,8
TAMA	203,8	48,9	154,9	48,9	203,8	4,6	1,5	6,1
Totale regionale	13.561,9	3.072,6	10.944,6	2.617,3	13.561,9	328,3	78,5	406,9

Fonte: ARPA Umbria

2.6.3 Carichi sversati per sottobacino

Nelle tabelle seguenti viene presentata una sintesi dei carichi sversati illustrati nel dettaglio nei paragrafi precedenti.

Le prime sei colonne sono relative ai carichi sversati da fonti puntuali. Nelle prime quattro vengono riportati i carichi legati ai reflui convogliati nel sistema fognario, depurati o meno. Nella quinta colonna i carichi legati alle attività produttive che scaricano in corpo idrico comprendono anche quelli provenienti da troficoltura; ciò in virtù del fatto che lo scarico da troficoltura è direttamente immesso in corpo idrico superficiale, contrariamente a quanto accade per gli altri reflui zootecnici. Nella sesta colonna sono riportati i carichi sversati su suolo già ridotti mediante gli stessi coefficienti utilizzati per il carico diffuso, al fine di simulare il carico che raggiunge il corpo idrico. Nelle successive due colonne, infine, vengono illustrati i carichi da fonti diffuse.

Tab. 128 - Carichi di BOD5 sversati in corpo idrico superficiale da tutte le fonti

sottobacino	Da Fonti Puntuali						Da Fonti Diffuse		Totale (t/anno)
	Depuratori (t/anno)	Eccedenze (t/anno)	Reti non depurate (t/anno)	Scaricatori di piena (t/anno)	Attività produttive in c.i.s. (t/anno)	Scarichi puntuali su suolo (t/anno)	Agricolo (t/anno)	Zootecnico (t/anno)	
Alto Tevere	172,9	0	278,1	597,3	539	28,6	0	232,3	1848,2
Medio Tevere	97	20,4	145,3	228,4	257,6	21,3	0	294	1064,0
Basso Tevere	59,8	52,4	74,2	94,2	23,4	10,4	0	131,4	445,8
Chiascio	121,1	243,6	119,6	359,2	145,7	15,6	0	203,1	1207,9
Topino - Marroggia	268,4	539	84,4	565,6	296,2	32,8	0	390,2	2176,6
Trasimeno	38,5	7,3	56,4	176,4	88,3	6,4	0	150,8	524,1
Nestore	189	75,5	472,6	522,2	739,9	21,7	0	136,2	2157,1
Paglia - Chiani	81,8	10,1	26,6	131,4	94	10,5	0	79	433,4
Nera	342,7	97,6	51,8	542	777,8	31,3	0	329,4	2172,6
Arno	3,6	4,3	0,0	10,3	7,5	1,8	0	41,9	69,4
TAMA	11,1	0	0,0	8	31,4	1,4	0	43	94,9
Totale	1.385,9	1.050,2	1.309,0	3.235,0	3.000,8	181,8	0,0	2.031,3	12194,0

Fonte: ARPA Umbria

Tab. 129 - Carichi di azoto sversati in corpo idrico superficiale da tutte le fonti

sottobacino	Da Fonti Puntuali						Da Fonti Diffuse		Totale (t/anno)
	Depuratori (t/anno)	Eccedenze (t/anno)	Reti non depurate (t/anno)	Scaricatori di piena (t/anno)	Attività produttive in c.i.s. (t/anno)	Scarichi puntuali su suolo (t/anno)	Agricolo (t/anno)	Zootecnico (t/anno)	
Alto Tevere	106,4	0	57,2	64,4	16,6	26,66	886,2	192,9	1350,4
Medio Tevere	73,5	4,2	29,9	24,6	5,1	19,84	1.121,9	265,9	1544,9
Basso Tevere	45,6	10,8	15,2	10,1	2	9,72	593,9	80,4	767,7
Chiascio	74,1	50,1	24,6	38,7	13,7	14,56	447,3	226,9	890,0
Topino - Marroggia	170,9	110,8	17,4	60,9	20,7	30,56	1.191,2	366,0	1968,5
Trasimeno	28,7	1,5	11,6	19	2,7	5,92	390,7	97,2	557,3
Nestore	116,1	15,5	97,1	56,3	15,4	20,20	638,2	174,7	1133,5
Paglia - Chiani	52,2	2,1	5,5	14,2	2	9,84	592,9	57,6	736,3
Nera	178,9	20,1	10,6	58,4	124,1	29,24	668,5	219,9	1309,7
Arno	4,1	0,9	0,0	1,1	0,2	1,70	110,2	24,7	142,9
TAMA	9,8	0	0,0	0,9	0,2	1,34	95,5	29,2	136,9
Totale	860,2	216,0	269,0	348,6	202,7	169,6	6.736,6	1.735,4	10538,1

Fonte: ARPA Umbria

Tab. 130 - Carichi di fosforo sversati in corpo idrico superficiale da tutte le fonti

sottobacino	Da Fonti Puntuali						Da Fonti Diffuse		Totale (t/anno)
	Depuratori (t/anno)	Eccedenze (t/anno)	Reti non depurate (t/anno)	Scaricatori di piena (t/anno)	Attività produttive in c.i.s. (t/anno)	Scarichi puntuali su suolo (t/anno)	Agricolo (t/anno)	Zootecnico (t/anno)	
Alto Tevere	23,6	0	7,4	20,1	1,2	0,549	45,8	8,6	107,2
Medio Tevere	6,4	0,5	3,9	7,7	0,4	0,408	54,3	13,1	86,7
Basso Tevere	4,7	1,4	2,0	3,2	0,1	0,201	28,2	4,2	44,0
Chiascio	15,9	6,5	3,2	12,1	1	0,3	23,1	7,4	69,5
Topino - Marroggia	21,9	14,4	2,3	19	1,5	0,63	52,0	17,6	129,3
Trasimeno	2,1	0,2	1,5	5,9	0,2	0,123	16,0	5,2	31,2
Nestore	27,7	2	12,6	17,6	1,1	0,417	33,4	5,1	99,9
Paglia - Chiani	6,8	0,3	0,7	4,4	0,1	0,201	35,8	3,0	51,3
Nera	34,5	2,6	1,4	18,2	14,9	0,6	30,7	11,4	114,3
Arno	0,3	0,1	0,0	0,3	0	0,036	4,4	1,5	6,6
TAMA	0,9	0	0,0	0,3	0	0,027	4,6	1,5	7,3
Totale	144,7	28,0	34,9	108,8	20,5	3,5	328,3	78,5	747,2

Fonte: ARPA Umbria

2.7 Carichi transitanti

2.7.1 Il modello di qualità del reticolo idrografico umbro

Lo studio del sistema "Tevere" è nato dall'esigenza di quantificare con la migliore precisione possibile i carichi inquinanti veicolati dal Tevere stesso e dai suoi tributari. A tal fine è stato sviluppato un modello matematico in grado di descrivere l'andamento dei principali parametri di qualità lungo le aste e di valutare possibili interventi o scenari di riduzione delle pressioni antropiche.

Per lo studio è stato utilizzato il modello QUAL2E, che opera unicamente su sistemi monodimensionali, ben miscelati ed è in grado di simulare l'intero reticolo idrografico di un bacino.

Tale modello, ampiamente testato su un gran numero di simulazioni condotte negli Stati Uniti ed anche, seppure in misura minore, in Italia, presenta caratteristiche di affidabilità, oltre che di completezza dal punto di vista del numero dei parametri di qualità modellabili. Inoltre può essere impiegato, a supporto della pianificazione, per studiare l'impatto di scarichi inquinanti lungo i fiumi, oppure per verificare l'effetto di cambiamenti dei deflussi idrologici sui parametri di qualità.

Il modello presuppone che i principali meccanismi di trasporto, advezione e dispersione siano significativi solo lungo l'asse longitudinale del flusso e può simulare il comportamento delle componenti idrologiche e di qualità nelle aste caratterizzate da più scarichi inquinanti, prelievi ed immissioni di portata.

Il modello QUAL2E offre il vantaggio di utilizzare parametri aventi un ben preciso significato fisico, per i quali non è necessaria una complessa fase di calibrazione, ma per la cui assegnazione, nel caso in cui le misure disponibili siano insufficienti, si può fare affidamento su valori guida e range di variabilità che sono ampiamente noti dalla letteratura internazionale.

QUAL2E può simulare fino a 15 costituenti di qualità, in qualsiasi combinazione definita. I costituenti simulati sono i seguenti:

- DO (Ossigeno Disciolto);
- BOD (Domanda Biochimica di Ossigeno);
- temperatura;
- alghe (come clorofilla "a");
- batteri coliformi;

- un costituente arbitrario non conservativo;
- tre costituenti conservativi;
- ciclo dell'Azoto;
- N organico;
- N come ammoniaca;
- N come nitriti;
- N come nitrati;
- ciclo del Fosforo;
- P organico;
- P disciolto.

In Fig. 59 è riportato lo schema delle reazioni che il programma consente di valutare.

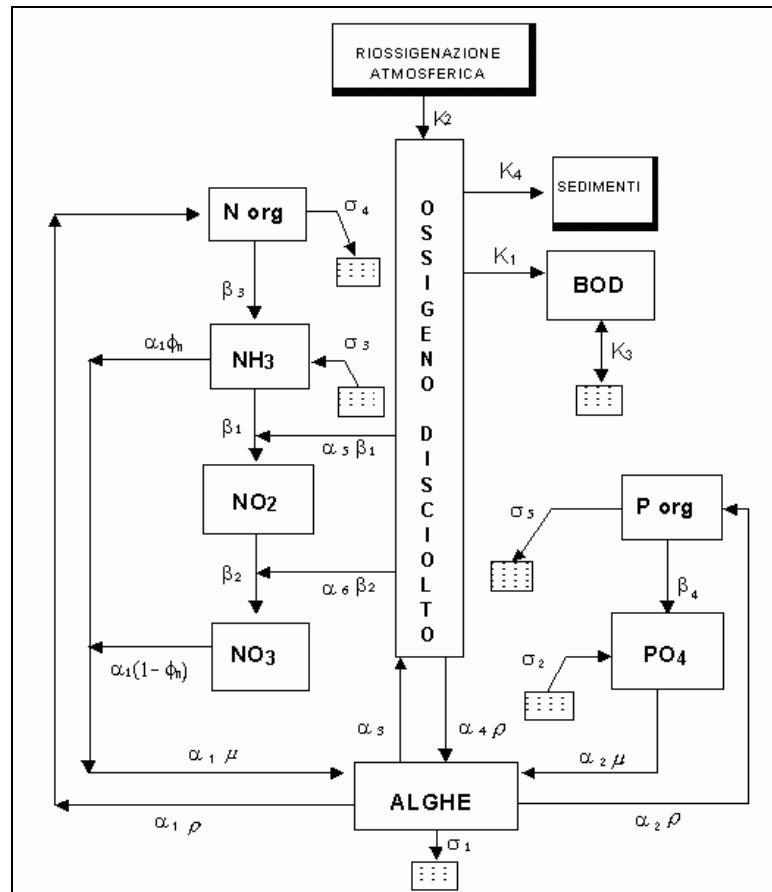


Fig. 59 - Interazione dei principali costituenti in QUAL2E

Fonte: Brown & Barnwell, 1987

Il sistema fluviale viene suddiviso in rami (reach, elementi del sistema aventi caratteristiche idrauliche uniformi) e ciascun ramo è a sua volta diviso in un numero intero di elementi computazionali, o celle elementari, tutti di ugual lunghezza.

Esistono otto diversi tipi di elementi computazionali:

- 1) elementi di sorgente (i primi elementi del fiume e di ogni suo affluente);
- 2) elementi standard;
- 3) elementi che precedono una connessione;
- 4) elementi di connessione (in cui sfociano gli affluenti simulati);
- 5) elementi finali (uno per ogni sistema fluviale);
- 6) elementi di input (scarichi inquinanti e affluenti non simulati);
- 7) elementi di prelievo;
- 8) invasi.

Per ogni elemento computazionale, il modello esegue un bilancio idrologico in termini di portata (mc/s), un bilancio di massa in termini di concentrazione (mg/l) e un bilancio termico in termini di temperatura (°C).

L'area in esame corrisponde ad una parte del bacino del Tevere prevalentemente ricadente in territorio umbro; in particolare la modellazione ha riguardato le seguenti aste principali:

- Fiume Tevere dall'uscita dell'invaso di Montedoglio all'ingresso dell'invaso di Corbara;
- Fiume Chiascio dall'uscita dell'invaso di Casanova alla confluenza con il Tevere;
- Fiume Topino da prima della confluenza con il torrente Caldognola alla confluenza con il Chiascio;
- Sistema Marroggia-Teverone-Timia dal depuratore di Spoleto Camposalese alla confluenza con il Topino.

Ogni asta fluviale è stata affrontata come tronco a sé stante e simulata in maniera indipendente, avendo tuttavia cura di assumere come input imputabili ai tributari simulati gli output dei modelli dedicati.

Sulla base dei dati disponibili e delle finalità del modello, è stata assunta una scala temporale a scansione mensile. Sono state cioè realizzate una serie di 12 simulazioni rappresentative delle condizioni medie mensili, ciascuna in condizioni stazionarie, ma tali da dare complessivamente un'idea delle dinamiche in funzione del tempo. Ciò consente inoltre di modellare le condizioni di magra che potrebbero rappresentare un elemento di criticità per il raggiungimento degli obiettivi di qualità del reticolo.

Inizialmente è stato necessario caratterizzare il sistema sotto il profilo puramente idraulico per ottenere uno schema accettabile dei deflussi su base mensile; la stessa operazione è stata eseguita quindi per le concentrazioni delle sostanze di interesse.

2.7.1.1 Dati di base

In relazione agli orizzonti temporali del piano, sono stati presi in esame i dati più recenti a disposizione, (periodo 2000-2004).

I dati di base del modello comprendono sia le informazioni relative alla morfologia e all'idraulica del fiume, sia gli aspetti legati alle pressioni che insistono sul corpo idrico stesso e alla qualità delle acque.

La geometria dei corpi idrici considerati è frutto di rilievi resi disponibili dall'Autorità di Bacino del Tevere e dal Consorzio della Bonificazione Umbra.

Il set delle portate è desunto dai dati della rete idrometrica regionale, forniti dal Servizio Idrografico della Regione Umbria. In particolare nei tratti oggetto del modello sono disponibili i dati di 5 idrometri lungo il fiume Tevere, di 3 lungo il fiume Chiascio, 3 lungo il Topino e 2 lungo il sistema Timia-Teverone-Marroggia).

Per quanto riguarda gli aspetti relativi alla qualità delle acque, dall'entrata in vigore del D.Lgs. 152/99, è stato avviato un monitoraggio sistematico dei corpi idrici regionali significativi che fornisce, a cadenza mensile, una caratterizzazione dello stato di qualità ambientale. I dati sono relativi ai campionamenti effettuati da ARPA Umbria in corrispondenza delle stazioni individuate ai sensi del medesimo decreto (6 stazioni disponibili lungo l'asta del Tevere, 3 lungo l'asta del Chiascio, 3 lungo il Topino e 3 per il sistema Timia-Teverone-Marroggia).

Per la stima delle pressioni in asta, sono stati utilizzati i dati dei controlli effettuati da ARPA Umbria sui principali impianti di depurazione direttamente recapitanti nei corsi d'acqua.

Inoltre, a titolo di confronto con gli ingressi simulati per le aste principali, sono state prese in considerazione anche le pressioni che insistono sui bacini idrografici drenanti, con particolare riferimento ai carichi sversati per sottobacino presentati al paragrafo 2.2.

2.7.1.2 Taratura del modello

La prima fase, preliminare alla taratura del modello qualitativo, consiste nella definizione dello schema dei deflussi e della caratterizzazione delle sezioni di interesse in termini di velocità di flusso e altezza del tirante d'acqua.

Per quanto concerne il bilancio idrologico ogni bacino simulato è stato ripartito in sottobacini, considerando come sezioni di chiusura le sezioni corrispondenti agli idrometri. La portata in uscita è valutata quindi come somma dei contributi derivanti da:

- portata in ingresso al bacino;
- immissari;
- flusso di base.

Una volta ottenuta la coerenza cercata su base annua, lo stesso percorso è ripetuto a scala mensile, ottenendo quindi un assetto di portate, velocità e tiranti d'acqua soddisfacente per questa scansione temporale.

Gli elementi che compongono il bilancio del carico inquinante per ciascun tratto simulato comprendono sia gli apporti fluidi che versano nell'asta principale, sia l'insieme delle masse di soluto trasportate. Gli apporti di carico sono stati classificati come segue:

- carico associato alla portata in ingresso al bacino;
- apporti imputabili agli immissari;
- flusso di base e flusso diffuso in generale;
- depuratori in asta.

Convenzionalmente, si è assunto di associare al flusso di base tutta la massa di soluto che viene veicolata nella modalità diffusa, considerando invece come carichi puntuali i carichi sversati dai depuratori in asta e i carichi immessi dalle foci dei corsi d'acqua tributari.

Di seguito vengono presentati gli schemi geometrici adottati e le relative portate ricostruite su base annua per i corsi d'acqua simulati.

La prima colonna di ciascuna tabella contiene un identificativo e la portata media annua in ingresso al tratto (in m^3/s), poi il progressivo del tratto, il nome o il codice della sezione trasversale corrispondente e le due lunghezze, parziale del reach e progressiva. Le ultime due colonne riportano invece le sorgenti che forniscono un contributo sia in termini di portata che di massa trasportata in soluzione e le relative portate medie annue ricostruite.

Il modello del Fiume Tevere è basato su un insieme di 29 tratti di varia lunghezza, discretizzati in elementi di 100 m, per un totale di 1686 elementi. Lo schema applicato è riportato in Tab. 131.

Tab. 131 - Schema dei deflussi medi annui, delle lunghezze e delle sorgenti dell'asta del Tevere

Tratto e portata iniziale (m³/s)	Reach	Sezione: I=idrometro Q=stazione qualità C=confluenza D=depuratore	L [km]	L progr. [km]	Sorgenti	
					♥=torrenti ♣=depuratori ▲= flusso base	Q [m³/s]
Montedoglio 3,58	1	I. Gorgabuia	12,9	12,9	♣ S. Giustino	0,064
	2	Q. 2180	2,5	15,4	▲ ♥ Lama	0,183 0,672
	3	C. Lama	3,9	19,3	▲	0,239
	4	C. Cerfone	6,7	26,0	▲ ♣ Città di Castello ♥ Cerfone	0,415 0,119 2,59
	5	D. Città di Castello	1,8	27,8	▲ ♥ Soara	0,113 1,119
	6	C. Soara	2,8	30,6	▲	0,173
IDR. S.Lucia 9,267	7	I. Città di Castello	7,4	38,0	▲ ♥ Nestore	0,355 0,865
	8	C. Nestore	11,3	49,3	▲ ♥ Niccone	0,763 1,004
	9	C. Niccone	0,5	49,8	▲ ♥ Carpina	0,044 1,182
	10	C. Carpina	6,3	56,1	▲ ♣ Umbertide	0,389 0,037
	11	Q. 2182	0,7	56,8	▲ ♥ Assino	0,032 1,432
	12	C. Assino	4,3	61,1	▲	0,192
IDR. Pierantonio 15,562	13	I. Pierantonio	2,3	63,4	▲ ♣ S. Orfeto	0,186 0,018
	14	D. S. Orfeto	13,2	76,6	▲	1,005
	15	Q. 2183	4,8	81,4	▲	0,324
IDR. Ponte Felcino 17,095	16	I. Ponte Felcino	4,9	86,3	▲	0,007
	17	D. Ponte Valleceppi	5,7	92,0	▲ ♣ P. Valleceppi	0,041 0,080
	18	D. Ponte S. Giovanni	10,3	102,3	♣ Perugia P. San Giovanni ♥ Chiascio	1,905 0,109 13,524
	19	C. Chiascio	1,3	103,6	▲ ♣ Perugia S. Martino in Campo	0,252 0,015
IDR. Ponte Nuovo 33,028	20	I. Ponte Nuovo	6,9	110,5	▲	0,98
	21	D. Deruta	9,0	119,5	▲ ♣ Deruta ♥ Puglia	0,89 0,048 0,78
	22	C. Puglia	2,3	121,8	▲ ♥ Nestore	0,238 3,021
	23	C. Nestore	10,0	131,8	▲	1,014
	24	D. Pantalla	6,0	137,8	▲	0,537
	25	I. Montemolino	6,6	144,4	▲ ♣ Todi P. Rio	0,087 0,014
IDR. Montemolino 40,637	26	D. Ponte Rio	3,7	148,1	▲	0,503
	27	D. Pontecuti	1,2	149,3	▲ ♣ Todi Pontecuti	0,216 0,014
	28	C. Naja	10,1	159,4	▲ ♥ Naja	1,064 1,075
	29	inizio Lago Corbara	9,2	168,6	▲	1,135

Fonte: ARPA Umbria

Il tratto di fiume Chiascio compreso tra l'invaso di Valfabbrica e la confluenza con il fiume Tevere è schematizzato tramite 7 reaches, ciascuno significativo di una porzione di corso d'acqua. Come già descritto per la schematizzazione del Tevere, tutti i tratti sono stati discretizzati in elementi di 100 m, per complessivi 388 elementi. Il tratto simulato presenta una lunghezza complessiva di circa 40 km.

Tab. 132 - Schema dei deflussi medi annui, delle lunghezze e delle sorgenti dell'asta del Chiascio

Tratto e portata iniziale (m³/s)	Reach n°	Sezione	L [km]	L progr. [km]	Sorgenti	
					♥=torrenti ♣=depuratori ▲ = flusso base	Q [m³/s]
Valfabbrica 3,75	1	Diga Valfabbrica	4,9	1,3 4,9	▲	0,27
	2	CH107	8,1	8,4 13,0	▲	0,45
	3	CH95	7,3	17,6 20,3	▲	0,4
	4	CH81	5,9	22,7 22,9 23,0 26,2	♥ Tescio ▲	0,59 0,33
	5	CH70	8,9	29,2 29,4 31,2 31,6 32,2 35,1	♥ Topino ♣ Costano ▲	8,54 0,14 0,49
	6	CH29	3,3	37,3 37,6 38,0	▲	0,18
	7	CH4	0,4	38,4 38,8	▲	0,02

Fonte: ARPA Umbria

Il tratto del fiume Topino oggetto di simulazione è compreso tra la località Nocera Le Case e la confluenza con il fiume Chiascio. Tale tratto è schematizzato tramite 11 reaches di diverse lunghezze; anche in questo caso, come nei precedenti, ogni reach è discretizzato in elementi di 100 m, per un totale di 456 elementi.

Tab. 133 - Schema dei deflussi medi annui, delle lunghezze e delle sorgenti dell'asta del Topino

Portata iniziale (m³/s)	Reach	Sezione	L [km]	L progr. [km]	Sorgenti	
					♥=torrenti ♣=depuratori ▲ = flusso base	Q [m³/s]
Nocera Le Case 0,98	1	M23	1,6	1,62	▲	0,07
	2	M79	6,5	1,66 8,15	♥ Caldognola ▲	1,5 0,03
	3	M116	4,4	12,5	▲	0,02
	4	V4	6,1	12,6 18,6	▲	0,03
	5	V33	3,3	18,7 21,9	♥ Menotre ▲	0,9 0,02
	6	V47	3,7	25,5 25,6	▲	0,02
	7	V80	8,4	34,1	▲	0,04
	8	V107	2,7	36,7	♥ Chiona ▲	1,5 0,01
	9	V123	2,2	39,0	♥ Timia ▲	3,8 0,01
	10	V157	4,0	39,5 43,0	♣ Cannara ▲	0,014 0,02
	11	V182	2,7	43,2 44,6 45,6	♥ Ose ▲	1,2 0,01

Fonte: ARPA Umbria

Il sistema Marroggia Teverone-Timia oggetto di modellazione comprende i tre corpi idrici seguenti:

- torrente Marroggia dalla località Camposalese di Spoleto fino alla confluenza con il torrente Teverone;
- torrente Teverone dalla confluenza con il torrente Marroggia alla confluenza con il fiume Timia;
- fiume Timia dalla confluenza con il torrente Teverone alla confluenza con il fiume Topino;

per un totale di 30 km di asta complessiva.

L'intero sistema è schematizzato tramite 10 reaches di diverse lunghezze; anche in questo caso, come nei precedenti, ogni reach è discretizzato in elementi di 100 m, per un totale di circa 300 elementi.

Tab. 134 - Schema dei deflussi medi annui, delle lunghezze e delle sorgenti dell'asta del sistema Marroggia-Teverone-Timia

Portata iniziale (m³/s)	Reach	Sezione	L [km]	L progr. [km]	Sorgenti	
					♥=torrenti ♣=depuratori ▲= flusso base	Q [m³/s]
0,41	1	MAR-136	2,0	0 0,7 1,2 2,0	♣ Camposalese Spoleto ▲	0,11 0,02
	2	MAR-151	2,7	4,7	▲	0,027
	3	MAR-169	3,7	8,4	▲	0,037
	4	MAR-185	3,6	12,0	▲	0,036
	5	MAR-196	2,1	13,1 14,1	▲	0,021
	6	TIM-34	8,4	22,2 22,5	♥ Tatarena ▲	0,41 0,084
	7	TIM-43	1,9	23,0 24,4	♥ Clitunno ▲	2,27 0,019
	8	TIM-56	3,0	25,8 27,4	▲	0,03
	9	TIM-69	2,1	29,0 29,1 29,5	♥ Attone ▲	0,41 0,021
	10	TIM-76	0,5	30,0	▲	0,005

Fonte: ARPA Umbria

Una volta definito il modello di qualità, sorge il problema di come adattarlo al caso in esame sulla base dei dati già disponibili. E' necessario precisare come la calibrazione dei parametri di un modello sia un'operazione estremamente delicata che necessita di conoscenze sistemiche approfondite per essere effettuata con successo.

Per ciascuna delle variabili relative alle equazioni dei costituenti sono state effettuate operazioni di taratura che consistono nella ricerca, per tentativi:

- dell'assetto ottimale dei coefficienti che regolano le cinetiche di reazione simulate nel corso dei calcoli;
- dell'assetto ottimale tra schema idraulico e masse veicolate;
- dell'assetto ottimale delle masse di soluto entranti nel sistema.

La combinazione migliore di questi tre requisiti è valutata sulla base degli scarti tra concentrazioni calcolate e concentrazioni osservate nelle sezioni dotate di monitoraggio chimico-fisico ai sensi del D.Lgs. 152/99. In pratica il problema della calibrazione dei parametri può essere impostato come un problema di ottimizzazione: dato un insieme di dati sperimentali, si cerca il minimo di una funzione che rappresenta la discrepanza fra dati e risposta del modello.

Condizione necessaria per la validazione delle soluzioni del processo di taratura è che i carichi ricostruiti tramite modello risultino compatibili con i carichi sversati per sottobacino (Tab. 128 e seguenti)

2.7.1.3 Carichi transitanti ricostruiti tramite il modello

Nelle tabelle che seguono, una per ciascuna asta simulata, sono riportati i carichi transitanti presso le stazioni di qualità per ciascuno dei mesi dell'anno.

Tab. 135 – Carichi transitanti presso le stazioni di qualità del Fiume Tevere ricostruiti tramite modello – scenario attuale

Mese	Nome Stazione e codice	Portata	OD	BOD5	COD	N org	NH ₃	NO ₂	NO ₃	N tot	P org	P dis	P tot
		(m3/s)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)
1	Pistrino - 2180	4,4	129,9	21,1	97,8	7,1	6,5	0,5	7,7	21,8	0,2	0,8	0,9
	S.Lucia - 2181	13,2	420	71,8	295,4	23,2	12,2	11,1	41,8	88,4	0,4	2,1	2,5
	Montecorona - 2182	25,7	855,6	103,5	470,1	51,4	16,1	11,8	104	183,3	0,5	3	3,5
	P. Felcino - 2183	31,4	1027,7	129,2	530,3	50	17,3	21,4	153,3	242,1	0,7	3,7	4,4
	Pontenuovo - 2186	62,2	2031,3	564,4	1640,3	100,9	233,2	14,8	419,1	768	4,9	23,5	28,4
	Pontecuti - 2189	74,3	2420,5	489,2	1785,9	98,8	263,9	40,7	568,2	971,6	4,3	31	35,3
2	Pistrino - 2180	5,1	136	22,5	91,3	10,8	4,5	1,5	4,2	21	0,3	0,5	0,8
	S.Lucia - 2181	11,4	310,2	47,7	228,7	19,6	9,3	12,1	23,4	64,4	0,5	1	1,6
	Montecorona - 2182	17,4	496,4	109,2	294,7	34,5	13,3	13,7	49,2	110,6	0,9	2,5	3,3
	P. Felcino - 2183	21,2	588,9	72,1	331,6	42,5	8,2	17,2	77	145	1,5	2,9	4,4
	Pontenuovo - 2186	42,6	1191,8	254,3	753	141,3	33,8	24,3	212,8	412,3	3,3	15,8	19,1
	Pontecuti - 2189	52,3	1347,5	536,2	1294,5	134,5	341,4	56,8	342,4	875,1	4,7	24,9	29,6
3	Pistrino - 2180	2,1	63,4	10,8	49,2	4,2	0,7	0,4	3,9	9,1	0,8	0,3	1
	S.Lucia - 2181	10,5	291,9	41,1	214,4	35,1	6,5	8,1	38	87,8	1,9	1	2,9
	Montecorona - 2182	18,7	541,1	70,3	356,6	39,2	10,1	16,1	63,8	129,2	1,4	2	3,4
	P. Felcino - 2183	23,8	658	100,7	451,7	48,9	12,8	22,8	108,6	193	1,5	2,1	3,6
	Pontenuovo - 2186	48,3	1291,1	426	1193,6	95,4	39,8	29,6	299,1	463,9	4,8	12,8	17,6
	Pontecuti - 2189	61,9	1739,4	830,1	1771,3	128,5	56,1	130,8	472,5	788	5,3	37,7	43
4	Pistrino - 2180	5,9	160,3	29,9	118,2	7,4	1,2	0,5	7,3	16,4	0,5	0,5	1
	S.Lucia - 2181	13,9	357,7	72,5	283	41,8	4,4	19,5	39,2	104,9	0,8	1,6	2,4
	Montecorona - 2182	23,2	594,8	117,7	463,8	50	4,2	35,9	60,9	151	1,7	2,9	4,6
	P. Felcino - 2183	30	839,2	162,7	691,2	55,3	3,1	44,8	86,7	189,9	2,4	4,3	6,7
	Pontenuovo - 2186	59,2	1511,1	560,8	1747,6	129	40,4	44	351,2	564,7	6,7	23,7	30,5
	Pontecuti - 2189	71,7	1693,8	1107,4	2778,3	57,9	249,1	85,5	441,9	834,4	8,8	47,6	56,4
5	Pistrino - 2180	1,8	44,5	8,3	45,8	2,2	1,6	0,3	4	8,1	0,1	0,4	0,5
	S.Lucia - 2181	6,7	162,8	57,7	322,5	24,9	3,1	12,4	15,5	55,9	0,8	1,6	2,5
	Montecorona - 2182	9,9	246,3	78,5	359,9	30,9	6,1	5,8	37,1	79,9	1,9	2,8	4,7
	P. Felcino - 2183	12,1	302,2	71,7	457,3	16	8,8	5,6	58,7	89,1	1,9	3	4,9
	Pontenuovo - 2186	26,2	617,4	357,1	1080,6	40,1	25,2	16,3	152,6	234,2	2,8	13,7	16,5
	Pontecuti - 2189	36,5	717,8	311,7	2428,5	25,4	41,7	29	239,9	336	2,6	17,6	20,3

Mese	Nome Stazione e codice	Portata	OD	BOD5	COD	N org	NH ₃	NO ₂	NO ₃	N tot	P org	P dis	P tot
		(m3/s)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)
6	Pistrino - 2180	4,1	95,5	30,9	119,2	4,1	3,5	2,5	10,8	20,8	0,3	1,2	1,5
	S.Lucia - 2181	5,6	120,1	44,2	164,5	15,3	4,2	7,7	16,8	44,1	0,4	1,9	2,3
	Montecorona - 2182	6,8	149,1	28,3	182,7	19,2	5,6	7,1	24,1	56	0,6	2,2	2,8
	P. Felcino - 2183	8	171,4	35,9	216,2	16,6	5,1	7,7	34,2	63,5	0,7	2,3	3
	Pontenuovo - 2186	15	290	195,5	553,4	21,5	20,9	10,4	80,4	133,2	2,2	9,1	11,3
	Pontecuti - 2189	18,9	332,4	126,5	664,8	28,3	16,2	28,4	117,3	190,2	2,6	11	13,6
7	Pistrino - 2180	4,1	98,9	22,4	116,8	8	1,4	3,3	7,9	20,5	0,4	1,3	1,7
	S.Lucia - 2181	4,7	97,6	27	140,7	12,6	2,5	8,1	13,9	37,1	0,4	2,2	2,6
	Montecorona - 2182	5,2	111,6	36,8	200,2	14,2	3,9	9	22,2	49,3	0,5	2,5	3
	P. Felcino - 2183	5,8	127,2	34,1	210,4	14,9	4,4	10,3	23,7	53,2	0,5	2,6	3,1
	Pontenuovo - 2186	9,2	196	93,8	350,5	22,6	7,1	16,1	46,8	92,5	1,3	5,4	6,7
	Pontecuti - 2189	10,9	230,4	130,3	453,3	25	10,4	29,3	51,5	116,3	1,8	6	7,8
8	Pistrino - 2180	4,1	101,5	14	103	7	0,7	1	6,3	15	0,2	0,7	0,9
	S.Lucia - 2181	4,6	106	21,9	132	13,1	1,3	3,6	10,5	28,5	0,2	1,5	1,7
	Montecorona - 2182	5,1	110,3	30	155,9	10	5,3	4,7	15,6	35,7	0,3	1,8	2
	P. Felcino - 2183	5,5	109,5	41,7	181,3	2,6	4,4	8,8	23,9	39,7	0,3	1,9	2,3
	Pontenuovo - 2186	10	190,4	103,4	375,1	11,1	6,8	8,3	58,3	84,5	1,4	6,9	8,3
	Pontecuti - 2189	13,8	237,2	158,2	633,2	35,7	10,3	20,2	99,4	165,6	2,1	9,8	12
9	Pistrino - 2180	3,1	72,4	14,6	88,9	12,1	1,3	2,2	5,2	20,8	0,1	0,6	0,8
	S.Lucia - 2181	4,6	103,4	24,2	129,5	20,3	2,3	5,1	13,2	40,9	0,3	1,7	2
	Montecorona - 2182	5,1	119,1	23,3	138,4	18,2	1,5	5,7	17,2	42,6	0,3	1,9	2,2
	P. Felcino - 2183	5,6	124,2	24,1	144,6	15,3	1,1	5,5	21,7	43,7	0,4	2	2,5
	Pontenuovo - 2186	11,7	262,2	85,1	373,7	25,1	6,8	6,3	56,1	94,4	1,2	6,9	8
	Pontecuti - 2189	15,7	349,1	129	592,6	31,1	4,9	18,1	89,5	143,7	2	9,3	11,3
10	Pistrino - 2180	3,1	71,4	17,6	94,6	7,1	2,6	1,6	4,8	16	0,2	0,7	0,8
	S.Lucia - 2181	5,9	146,2	38,4	196,8	24,2	4,4	10,4	20,9	60	0,5	1,9	2,4
	Montecorona - 2182	6,7	171	40,7	234,6	20,9	2,6	12,2	29,9	65,6	0,3	2,5	2,9
	P. Felcino - 2183	7,6	185,7	40,5	245,9	18,6	2,4	11	38,5	70,4	0,3	2,7	3
	Pontenuovo - 2186	16	361,3	157,6	622,5	31,8	10,6	10,8	90,4	143,6	1,3	11,3	12,6
	Pontecuti - 2189	22,3	514,5	165,8	795,4	37,2	13,9	27,3	166,7	245,2	1,8	19,3	21

Mese	Nome Stazione e codice	Portata	OD	BOD5	COD	N org	NH3	NO2	NO3	N tot	P org	P dis	P tot
		(m3/s)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)
11	Pistrino - 2180	3,1	79,6	11,8	66,3	3,6	1,5	1,4	4,8	11,3	0,2	0,4	0,6
	S.Lucia - 2181	11,3	306,4	48,9	269,5	25,5	7,9	7,5	28,6	69,5	0,6	1,7	2,3
	Montecorona - 2182	16,4	441,1	65,1	397	29,6	13,6	28,4	44,5	116,2	0,4	3,6	4
	P. Felcino - 2183	19	521,4	64,5	445,4	26,9	16,6	45,6	67,9	157	1	4,4	5,4
	Pontenuovo - 2186	37,9	956,7	278,5	1079	51,9	32,7	48,2	207,8	340,5	4,1	14,3	18,4
	Pontecuti - 2189	49	1266	468,3	1451,7	84,5	56,4	82,8	323,6	547,3	8,6	26,4	35
12	Pistrino - 2180	3,1	88,4	17,5	78,7	4,9	1,7	1	7,4	15	0,2	0,4	0,5
	S.Lucia - 2181	17	511,1	74,2	350,9	80,1	10,3	39,4	27,9	157,7	0,8	2,8	3,6
	Montecorona - 2182	27	823,2	112,5	654,4	93,7	8,5	59,4	70,9	232,5	1,5	4,3	5,7
	P. Felcino - 2183	31,8	963,8	141,1	691,6	93,3	6,6	74,2	109	283,1	1,6	4,5	6,1
	Pontenuovo - 2186	59,6	1771,8	446,7	1255,9	117,9	43	70,4	338,4	569,8	5,2	20,2	25,4
	Pontecuti - 2189	69,1	1968,8	741,2	1657,6	110,6	161,3	105,1	421,5	798,4	4,5	41,7	46,2

Totale annuo	Pistrino – 2180		1141,8	221,4	1069,8	78,5	27,2	16,2	74,3	195,8	3,5	7,8	11
	S.Lucia – 2181		2933,4	569,6	2727,9	335,7	68,4	145	289,7	839,2	7,6	21	28,8
	Montecorona – 2182		4659,6	815,9	3908,3	411,8	90,8	209,8	539,4	1251,9	10,3	32	42,1
	P. Felcino – 2183		5619,2	918,3	4597,5	400,9	90,8	274,9	803,2	1569,7	12,8	36,4	49,4
	Pontenuovo – 2186		10671,1	3523,2	11025,2	788,6	500,3	299,5	2313	3901,6	39,2	163,6	202,8
	Pontecuti – 2189		12817,4	5193,9	16307,1	797,5	1225,6	654	3334,4	6011,8	49,1	282,3	331,5

Fonte: ARPA Umbria

Tab. 136 – Carichi transitanti presso le stazioni di qualità del Fiume Chiascio ricostruiti tramite modello – scenario attuale

Mese	Nome Stazione e codice	Portata	OD	BOD5	COD	N org	NH ₃	NO ₂	NO ₃	N tot	P org	P dis	P tot
		(m3/s)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)
1	Barcaccia – 2292	6,2	211,5	42,5	152,4	6,9	3,2	0,4	45,1	55,5	0,14	0,8	1
	Ex Passerella Segoloni – 2095	12,1	385,5	75,1	988,8	17,3	14,5	1,9	85,6	119,4	0,73	2	2,7
	Molino Silvestri – 2097	26,8	833,1	308,3	1329,2	53,6	65,6	6,4	228,7	354,3	3,84	12,4	16,3
2	Barcaccia – 2292	5	138,9	18,3	51,9	14,2	0,8	0,4	24,4	39,7	0,28	0,4	0,7
	Ex Passerella Segoloni – 2095	6,6	177	25,3	107,5	15,4	4,6	0,8	34,8	55,6	0,48	1,4	1,8
	Molino Silvestri – 2097	18,1	452,3	133,8	295,5	49,9	19,6	2,9	120,6	193	1,76	7,1	8,9
3	Barcaccia – 2292	5,3	156,7	28,4	81,2	9,1	0,9	0,4	26,6	37,1	0,26	0,5	0,8
	Ex Passerella Segoloni – 2095	9,3	258,4	87,7	213,1	30	6,6	1,2	50,9	88,8	0,88	2,2	3
	Molino Silvestri – 2097	21,8	608,6	225,5	509,4	58,9	28,8	5,9	148,2	241,8	2,6	7,7	10,3
4	Barcaccia – 2292	6,1	173,8	31,1	73,9	10	1	0,5	27,5	39	0,46	0,6	1
	Ex Passerella Segoloni – 2095	11,6	318,3	86,5	299,8	24,7	6,2	1,3	56,1	88,3	1,24	2,8	4,1
	Molino Silvestri – 2097	26	693,7	315,8	661	61,8	32,3	7,7	177,5	279,4	3,36	13,3	16,7
5	Barcaccia – 2292	3,8	101,4	21,4	76,3	6,5	1,5	0,8	16,7	25,4	0,3	0,4	0,7
	Ex Passerella Segoloni – 2095	4,5	104,4	43,4	144,6	10,1	4,1	1,1	28	43,4	0,43	1,7	2,1
	Molino Silvestri – 2097	13,2	255,6	163,2	634,1	32,3	13,9	6,7	84,3	137,2	2,55	9	11,6
6	Barcaccia – 2292	2,5	57,6	13,2	53,5	5	1,4	0,7	8,5	15,6	0,13	0,2	0,4
	Ex Passerella Segoloni – 2095	3,1	53,5	45,9	137,2	6,6	4,7	1,3	26,3	38,8	0,55	1,9	2,5
	Molino Silvestri – 2097	8,8	183,5	98,7	434	9,8	29,8	8,4	54	102	1,68	10,5	12,1
7	Barcaccia – 2292	1,6	35,7	9,8	49,7	1,7	0,5	0,3	3	5,5	0,76	0,2	1
	Ex Passerella Segoloni – 2095	2	38,1	18,7	108,5	6,5	2,9	0,9	20,6	30,9	0,22	1,6	1,8
	Molino Silvestri – 2097	5,8	121,6	46,6	233,1	13,3	11,8	2,3	32	59,4	0,89	4,9	5,8
8	Barcaccia – 2292	1,8	38,7	8,7	49,5	3,5	0,5	0,1	1,1	5,2	0,07	0,1	0,2
	Ex Passerella Segoloni – 2095	2,2	43,5	14,6	66,8	2,6	2	0,6	17,3	22,6	0,3	1,2	1,5
	Molino Silvestri – 2097	6,3	129,8	57	168,4	5,4	7,9	1,8	30,2	45,4	0,89	6,9	7,8

Mese	Nome Stazione e codice	Portata	OD	BOD5	COD	N org	NH3	NO2	NO3	N tot	P org	P dis	P tot
		(m3/s)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)
9	Barcaccia – 2292	2,4	59,6	16,5	69,2	4,1	0,5	0,2	6,4	11,2	0,12	0,2	0,4
	Ex Passerella Segoloni – 2095	2,9	62,6	23,9	109,8	12,4	4	0,9	17,4	34,7	0,41	1,6	2
	Molino Silvestri – 2097	8,5	182,7	164,5	329,6	22,1	26,1	5,3	52,5	106,1	1,46	14,1	15,5
10	Barcaccia – 2292	2,4	64,1	14,6	222,4	2,8	0,5	0,1	8,9	12,3	0,12	0,2	0,4
	Ex Passerella Segoloni – 2095	2,9	65,3	36,3	117,4	6,5	5	1,1	19,2	31,8	0,34	1,7	2
	Molino Silvestri – 2097	8,2	188,8	80,3	337,3	24	12,6	2,2	56,5	95,3	1,86	7,3	9,2
11	Barcaccia – 2292	3,8	112,7	12,9	44,4	7,8	0,7	0,3	23,5	32,2	0,18	0,7	0,9
	Ex Passerella Segoloni – 2095	5,7	159,4	45	162,5	12,8	6,9	1,4	47,1	68,1	0,6	3,2	3,8
	Molino Silvestri – 2097	14,6	388,8	167,1	417,7	40,8	25,6	3,6	101,1	170,9	2,53	10	12,5
12	Barcaccia – 2292	4,9	149,5	19,4	68,8	6,2	1,2	0,8	42,5	50,7	0,2	0,8	1
	Ex Passerella Segoloni – 2095	11,5	338,4	79,8	228,6	15,5	7,8	1,4	102,7	127,4	0,29	2,2	2,5
	Molino Silvestri – 2097	23,2	693,6	210,1	471,7	29,9	50,7	6,7	204,9	292,2	2,49	9,9	12,4
Totale annuo	Barcaccia – 2292		1300,2	236,8	993,2	77,8	12,7	5	234,2	329,4	3,02	5,1	8,5
	Ex Passerella Segoloni – 2095		2004,4	582,2	2684,6	160,4	69,3	13,9	506	749,8	6,47	23,5	29,8
	Molino Silvestri - 2097		4732,1	1970,9	5821	401,8	324,7	59,9	1290,5	2077	25,91	113,1	139,1

Fonte: ARPA Umbria

Tab. 137 - Carichi transitanti presso le stazioni di qualità del Fiume Topino ricostruiti tramite modello – scenario attuale

Mese	Nome Stazione e codice	Portata	OD	BOD5	COD	N org	NH ₃	NO ₂	NO ₃	N tot	P org	P dis	P tot
		(m3/s)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)
1	Capodacqua – 2215	3,5	114,2	10,6	31,5	3,2	0,25	0,09	11,7	15,2	0,09	0,15	0,24
	Corvia, Via G.Pepe – 2217	4,5	146,9	20,2	31,5	3,9	0,55	0,12	15,4	20	0,12	0,2	0,31
	Passaggio Bettona - 2220	13,4	399,7	95,5	259,8	33,9	29,35	1,79	119,6	184,6	0,71	5,05	5,75
2	Capodacqua – 2215	2,9	82,6	17,2	47,2	5,7	0,26	0,08	6,6	12,7	0,06	0,06	0,12
	Corvia, Via G.Pepe – 2217	3,8	105,4	45,1	113,1	5,7	0,43	0,1	8,8	15,1	0,09	0,08	0,17
	Passaggio Bettona - 2220	12,5	327,7	105,6	321,8	37,9	25,11	2,35	90,7	156,1	1,49	6,1	7,58
3	Capodacqua – 2215	4	118,7	10,3	58,5	4,4	0,26	0,09	12,3	17,1	0,2	0,12	0,33
	Corvia, Via G.Pepe – 2217	5,2	155,2	17,5	66,9	5	0,41	0,14	15,6	21,2	0,27	0,14	0,4
	Passaggio Bettona - 2220	13,8	402,7	125,1	329,9	37,9	19,01	5,01	101,3	163,2	1,47	5,97	7,44
4	Capodacqua – 2215	4,3	127,5	8,4	57,8	4,8	0,33	0,12	9,6	14,8	0,33	0,13	0,45
	Corvia, Via G.Pepe – 2217	5,8	168,9	14,6	81,7	7,6	0,49	0,12	13,4	21,6	0,87	0,18	1,05
	Passaggio Bettona - 2220	15,6	429,6	172	470,5	47,4	24,58	5,51	118,1	195,6	2,85	8,82	11,67
5	Capodacqua – 2215	2,7	77,3	8,8	36,7	3,6	0,19	0,09	6	9,8	0,14	0,08	0,22
	Corvia, Via G.Pepe – 2217	4	108,5	17,8	79,6	7,2	0,46	0,13	9,4	17,2	0,12	0,12	0,24
	Passaggio Bettona - 2220	10,5	269,3	115,1	434,4	14,8	11,92	6,83	64,1	97,6	1,11	8,13	9,24
6	Capodacqua – 2215	1,5	38,2	6,9	25,7	2,8	0,13	0,04	2,8	5,7	0,11	0,03	0,14
	Corvia, Via G.Pepe – 2217	2,5	61,8	11,4	54,7	6,5	0,35	0,15	4,6	11,6	0,19	0,05	0,24
	Passaggio Bettona - 2220	6,9	160,9	52,4	219,8	13,9	6,71	2,89	40,3	63,8	0,71	5,63	6,34
7	Capodacqua – 2215	1,1	28	3,2	19,8	1,7	0,08	0,03	1,8	3,6	0,08	0,02	0,11
	Corvia, Via G.Pepe – 2217	1,9	45,2	5,8	46,4	2,3	0,32	0,06	2,6	5,3	0,2	0,04	0,24
	Passaggio Bettona - 2220	5,3	118,7	41,4	232,5	12,7	5,04	0,97	23	41,8	0,85	5	5,85
8	Capodacqua – 2215	1,1	27,7	1,7	22,2	1,6	0,08	0,03	2,2	4	0,06	0,02	0,08
	Corvia, Via G.Pepe – 2217	1,7	42,8	7	47,9	2,9	0,23	0,08	2,9	6,1	0,09	0,04	0,13
	Passaggio Bettona - 2220	5,6	116,6	36,9	170	11,5	5,43	1,5	27,4	45,8	0,6	5,61	6,21

Mese	Nome Stazione e codice	Portata	OD	BOD5	COD	N org	NH ₃	NO ₂	NO ₃	N tot	P org	P dis	P tot
		(m3/s)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)
9	Capodacqua – 2215	1,1	28,6	4,1	24,4	2,1	0,14	0,04	2,7	5	0,03	0,02	0,05
	Corvia, Via G.Pepe – 2217	1,7	43,5	5,7	35,3	2,7	0,26	0,06	3,8	6,9	0,09	0,03	0,12
	Passaggio Bettona - 2220	7,1	155,4	49,4	203,5	12,5	10,77	2,01	45,6	70,9	0,73	6,24	6,97
10	Capodacqua – 2215	1	29,1	4,7	18,9	1,7	0,12	0,08	2,5	4,4	0,02	0,05	0,08
	Corvia, Via G.Pepe – 2217	1,5	43,1	6,5	35,8	3,2	0,36	0,13	4,2	7,9	0,04	0,08	0,11
	Passaggio Bettona - 2220	6,3	151,4	57,7	184,8	14,2	12,81	1,9	40,7	69,6	1,8	6,96	8,76
11	Capodacqua – 2215	2,8	83	7,4	33,8	2,8	0,2	0,08	6	9,1	0,07	0,12	0,19
	Corvia, Via G.Pepe – 2217	3,5	104,4	20,3	59,2	4	0,3	0,1	6,7	11,1	0,06	0,17	0,24
	Passaggio Bettona - 2220	10,7	309,9	159,1	453,5	33,6	18,41	1,65	55,3	108,9	1,36	6,02	7,38
12	Capodacqua – 2215	4,6	141,2	9,2	49,5	5	0,33	0,13	18,2	23,6	0,12	0,12	0,24
	Corvia, Via G.Pepe – 2217	5,8	178,2	16,5	49,5	20,1	0,85	0,15	22,6	43,7	0,14	0,13	0,27
	Passaggio Bettona - 2220	14,4	419,9	117	310,1	28	23,52	3,06	104,5	159,1	1,53	8,04	9,57
Totale annuo	Capodacqua – 2215		896,1	92,5	426	39,4	2,37	0,9	82,4	125	1,31	0,92	2,25
	Corvia, Via G.Pepe – 2217		1203,9	188,4	701,6	71,1	5,01	1,34	110	187,7	2,28	1,26	3,52
	Passaggio Bettona - 2220		3261,8	1127,2	3590,6	298,3	192,66	35,47	830,6	1357	15,21	77,57	92,76

Fonte: ARPA Umbria

Tab. 138 - Carichi transitanti presso le stazioni di qualità del sistema Marroggia-Teverone-Timia ricostruiti tramite modello – scenario attuale

Mese	Nome Stazione e codice	Portata	OD	BOD5	COD	N org	NH ₃	NO ₂	NO ₃	N tot	P org	P dis	P tot
		(m3/s)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)
1	Casco dell'Acqua – 8223	1	26,2	83	265,6	7,1	14,8	0,4	10,7	33,1	2,25	1,86	4,11
	Bevagna - 8217	1,9	52,1	80,1	269,5	10,8	15,4	0,9	24,6	51,7	2,01	1,87	3,89
	Cannara - 2213	5,6	169,1	101	304,6	19,8	17,1	1,5	56,8	95,1	2,13	4,07	6,21
2	Casco dell'Acqua – 8223	0,9	21,4	30,6	66,9	2,8	12,1	0,4	6,9	22,2	0,37	2,05	2,42
	Bevagna - 8217	1,7	40,3	30,6	69,5	3,9	12,9	0,8	14,3	31,9	0,36	1,87	2,24
	Cannara - 2213	4,9	128,4	79,5	137	7,9	23,5	1,3	38,8	71,5	0,55	4,16	4,71
3	Casco dell'Acqua – 8223	0,8	20,5	14,5	38,8	2,5	3,7	0,1	11,4	17,8	0,28	0,48	0,76
	Bevagna - 8217	1,4	36,8	26,8	78	5	5	0,4	19,7	30,1	0,35	1,19	1,54
	Cannara - 2213	4,5	122,5	56	129,4	13,6	12,3	0,9	56,7	83,4	0,99	3,7	4,69
4	Casco dell'Acqua – 8223	1,2	30	26,8	59,9	1	8,1	0,2	10,2	19,5	0,88	1,04	1,92
	Bevagna - 8217	2,2	55,5	33,3	91,6	5	7,4	0,5	22,4	35,4	0,96	1,51	2,47
	Cannara - 2213	5,9	157,8	65,9	192,6	16,8	16,1	0,8	52,6	86,3	1,25	4,49	5,74
5	Casco dell'Acqua – 8223	0,5	10,7	9,3	38,8	1	6,8	0,3	3	11,2	1,09	1,47	2,56
	Bevagna - 8217	0,9	17,8	11,5	41,3	2	5,1	0,5	6,7	14,3	0,82	1,19	2,02
	Cannara - 2213	3,6	92,1	31,1	94,2	8,1	8,3	1,2	21,8	39,3	1,57	2,01	3,58
6	Casco dell'Acqua – 8223	0,4	4,6	10	43,2	1,2	6,8	0,3	4,1	12,4	0,36	0,52	0,88
	Bevagna - 8217	0,6	9,1	12,6	45,6	2	4	0,4	7,8	14,2	0,35	0,45	0,8
	Cannara - 2213	3	64,8	45,3	108	9,1	7	0,7	17,4	34,3	0,49	1,92	2,41
7	Casco dell'Acqua – 8223	0,3	4,2	7,7	30,6	1,7	6,4	0,3	4,4	12,8	0,66	1,24	1,9
	Bevagna - 8217	0,5	7,6	6,3	33,1	1,9	3,3	0,4	8,8	14,4	0,41	0,76	1,17
	Cannara - 2213	2,4	48,6	9,8	69,1	8,6	6,2	0,6	13,9	29,3	0,93	2,58	3,51
8	Casco dell'Acqua – 8223	0,3	4,3	9	27,9	2,7	8,1	0,4	6	17,2	0,27	1,66	1,92
	Bevagna - 8217	0,5	8	7,5	30,4	2,7	4,3	0,5	11,8	19,3	0,17	1,13	1,3
	Cannara - 2213	2,5	56,8	12,4	75,9	5,7	7,5	0,8	19,5	33,4	0,35	2,11	2,46
9	Casco dell'Acqua – 8223	0,4	6,2	10,4	39,7	2,5	8	0,3	3,5	14,4	0,66	2,41	3,07
	Bevagna - 8217	0,6	11,6	9,1	42,1	2,7	5,4	0,5	6,9	15,5	0,45	2,11	2,57
	Cannara - 2213	3,2	75	19,8	78,1	8,6	8	1	21,5	39,2	0,69	2,91	3,59
10	Casco dell'Acqua – 8223	0,4	6,7	13,6	40,2	2,2	8,7	0,3	3,1	14,3	0,53	1,38	1,91
	Bevagna - 8217	0,6	11,6	14,2	42,7	2,4	6,5	0,5	6,4	15,8	0,38	1,12	1,49
	Cannara - 2213	2,9	74,1	24,5	81,5	6,1	8,8	1,1	18,4	34,4	0,76	5,32	6,08
11	Casco dell'Acqua – 8223	0,8	16,4	36,6	103,5	3,2	9,6	0,3	2,6	15,7	0,51	1,28	1,8
	Bevagna - 8217	1,5	34,7	35,6	106,3	6,1	9,7	0,7	12,4	28,9	0,53	1,8	2,33
	Cannara - 2213	4	116	41	119,3	12,3	11,1	1,5	30,7	55,6	0,71	4,17	4,88

Mese	Nome Stazione e codice	Portata	OD	BOD5	COD	N org	NH ₃	NO ₂	NO ₃	N tot	P org	P dis	P tot
		(m3/s)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)	Carico transitante (t/mese)
12	Casco dell'Acqua – 8223	0,8	18,8	87,3	153,2	2,8	10	0,3	3,9	17,1	1,29	0,62	1,91
	Bevagna - 8217	1,5	38	82,1	156,3	3,4	8,9	0,7	14,9	27,9	1,12	1,73	2,85
	Cannara - 2213	4,3	123,1	95,1	171,5	9,8	15,5	1,8	37,8	64,9	1,36	4,84	6,2

Totale annuo	Casco dell'Acqua – 8223		170	338,8	908,3	30,7	103,1	3,6	69,8	207,7	9,15	16,01	25,16
	Bevagna - 8217		323,1	349,7	1006,4	47,9	87,9	6,8	156,7	299,4	7,91	16,73	24,67
	Cannara - 2213		1228,3	581,4	1561,2	126,4	141,4	13,2	385,9	666,7	11,78	42,28	54,06

Fonte: ARPA Umbria

2.7.1.4 *Discussione dei risultati*

Per valutare correttamente la precisione del modello, è necessario tenere conto di due fattori: il primo è l'aderenza dei risultati rispetto ai dati osservati disponibili, l'altro è il grado di rappresentatività dei dati osservati rispetto alla fenomenologia fisica nella sua interezza e complessità.

Quest'ultimo aspetto, in particolare, dipende strettamente dal livello con cui il monitoraggio riesce ad esprimere il fenomeno osservato; nel caso specifico del monitoraggio idrochimico di un corpo idrico fluviale, i problemi derivano dalla mancanza di informazioni riguardanti gli stati estremi del fiume, a causa della bassa frequenza con cui avvengono di norma i campionamenti.

La taratura è stata condotta associando le informazioni di carattere idraulico ad informazioni di concentrazione che non sono del tutto allineate tra loro; infatti, i valori medi mensili di portata hanno in sé tutti gli stati del fiume, sia quelli effettivamente vicini al deflusso medio, sia gli stati più lontani da esso, con particolare riferimento alle piene. Poiché questo assetto medio viene posto poi in relazione con le osservazioni chimico fisiche, difficilmente rilevate in coincidenza delle piene, è evidente che il modello nasce subito con una certa quantità di distorsioni. E' quindi possibile che i carichi siano sovrastimati o sottostimati, in relazione alla variabilità delle concentrazioni dei parametri inquinanti in condizioni di piena.

Un altro aspetto significativo nell'analisi dei risultati del modello, è rappresentato dai processi di sedimentazione. Come è ben visibile dallo schema di Fig. 59, il sistema acqua-sedimento viene considerato abbastanza chiuso e rigido in sé, nel senso che può ricevere contributi dall'esterno sotto forma di carico organico e può smaltire questo carico solo attraverso la sezione di uscita di valle. Le uscite avvengono sotto forma di carico veicolato in soluzione e di particelle che aderiscono ai sedimenti in transito.

Tuttavia, QUAL2E non consente di simulare in dettaglio il trasporto per adesione, ma solo l'interazione acqua-sedimento dove quest'ultimo è visto semplicemente come una riserva da cui estrarre il carico o in cui riversarlo, a seconda delle velocità di flusso. A tal proposito, va rilevato che le velocità di flusso simulate lungo le aste risultano abbastanza basse da favorire una dinamica elevata di cessione del carico dall'acqua al sedimento.

Comunque, controlli eseguiti imponendo al modello i valori massimi dei fattori di scambio acqua-sedimento previsti da Brown & Barnwell (1987), hanno prodotto variazioni della massa veicolata in acqua alla sezione di chiusura dell'ordine del 2-3 % appena.

Sarebbe opportuno tuttavia approfondire la conoscenza dei processi di rimozione del sedimento, e conseguentemente del carico, durante gli eventi di piena.

La coerenza generale dello schema è inoltre complicata dai significativi trasferimenti verso sistemi "isolati", privi di drenaggio verso gli alvei, con drenaggi ritardati o con restituzioni distanti dall'area di infiltrazione quali, ad esempio laghi, vegetazione, acquiferi sotterranei, ecc..

In simboli, si possono esprimere le masse di interesse come segue:

$$MT = MA + MF$$

in cui MT è la massa stimata all'origine, MA la massa stimata in alveo (alla chiusura del modello), MF la massa veicolata e immagazzinata in sistemi "isolati".

Entrambi i termini a secondo membro possono essere distinti, secondo le modalità di generazione del carico, in masse originate da sorgenti di tipo puntuale e da sorgenti di tipo diffuso.

Per quello che riguarda il termine che attiene agli alvei, è stato possibile effettuare le stime di tre termini principali, che contribuiscono alla massa MA, di cui due corrispondenti alle masse di tipo diffuso (flusso di base e foci fluviali) e una di tipo puntuale (depuratori).

E' più complicato tentare invece una stima diretta delle masse che compongono il termine MF. Pertanto essa è ottenuta per differenza tra il totale stimato all'origine (MT) e il transito in alveo (MA).

La realizzazione del modello ha consentito di stimare con discreta approssimazione i carichi veicolati attraverso il sistema fluviale e di fornire una stima coerente delle destinazioni delle singole frazioni del carico generato all'origine, con particolare riferimento al carico diffuso. La scelta di una discretizzazione mensile ha permesso di simulare al meglio proprio quelle frazioni di carico maggiormente variabili.

Per tutti questi motivi, il lavoro svolto può essere considerato un livello di prima approssimazione, dal quale è possibile ricavare utili considerazioni per lo sviluppo delle conoscenze sperimentali, con particolare riferimento alla possibilità di:

- analizzare la qualità fluviale durante gli eventi di piena;
- caratterizzare gli affluenti minori sia dal punto di vista qualitativo che quantitativo;
- completare il quadro idrologico per le stazioni prive di scala di deflusso.

SEZIONE III

LO STATO DI QUALITA' AMBIENTALE DELLA
RISORSA IDRICA E LE CONDIZIONI IDROLOGICHE

1 I CORPI IDRICI SIGNIFICATIVI E A SPECIFICA DESTINAZIONE

1.1 I corpi idrici significativi

Il D.Lgs. 152/99 aveva introdotto il concetto di corpi idrici “significativi”, ovvero corpi idrici, superficiali e sotterranei, che per le loro caratteristiche fisiche devono essere sottoposti ad attività conoscitive e di monitoraggio. Il decreto individua, per tali corpi idrici, gli obiettivi minimi di qualità ambientale e le azioni di tutela necessarie al raggiungimento o al mantenimento degli obiettivi prefissati.

I criteri per la designazione dei corpi idrici superficiali, così come stabiliti dall'All.1 dello stesso decreto, individuavano:

- corsi d'acqua naturali di primo ordine con bacino idrografico di superficie maggiore a 200 km²;
- corsi d'acqua naturali di ordine superiore con bacino idrografico di superficie maggiore a 400 km²;
- laghi naturali aperti o chiusi, ampliati, regolati aventi superficie dello specchio non inferiore a 0,5 km²;
- canali artificiali che restituiscono almeno in parte le proprie acque in corpi idrici naturali superficiali e che presentano portata superiore a 3 m³/s;
- laghi artificiali e invasi con bacino di alimentazione interessato da attività antropiche che ne possono compromettere la qualità e aventi superficie non inferiore a 1 Km² o volume di invaso $\geq$ a 5 Mm³.

Dovevano inoltre essere censiti, monitorati e classificati anche tutti quei corpi idrici che:

- per valori naturalistici e paesaggistici o per particolari utilizzazioni in atto, hanno rilevante interesse ambientale;
- per il carico inquinante da essi convogliato, possono avere un'influenza negativa rilevante sui corpi idrici significativi.
- I corpi idrici sotterranei significativi includevano le falde freatiche e profonde contenute in formazioni di buona permeabilità, di significativa estensione e continuità, di importanza idrogeologica ed ecologica.

La Regione Umbria, con D.G.R. n. 80 del 30 gennaio 2002, ha individuato i corpi idrici significativi sulla base dei criteri sopra elencati.

Nelle tabelle seguenti vengono presentati i corpi idrici superficiali e sotterranei significativi all'interno di ciascun sottobacino.

Tab. 139 - Corsi d'acqua e canali artificiali individuati come corpi idrici significativi

Sottobacino	Corsi d'acqua	Canali artificiali
Alto Tevere	Fiume Tevere, fino alla confluenza con il f. Chiascio	
Medio Tevere	Fiume Tevere, fino alla confluenza con il f. Paglia	
Basso Tevere	Fiume Tevere, fino al confine con la regione Lazio	
Chiascio	Fiume Chiascio	
Topino-Marroggia	Fiume Topino	
	Fiume Timia	
	Torrente Marroggia	
	Torrente Teverone	
Nestore	Torrente Nestore	
Paglia Chiani	Fiume Paglia	
	Torrente Chiani	
Nera	Fiume Nera	Canale Medio Nera
	Fiume Corno	Canale Recentino
	Fiume Velino	

Fonte: Regione Umbria, D.G.R. 80/2002

Tab. 140 - Laghi naturali e artificiali individuati come corpi idrici significativi

Sottobacino	Laghi naturali	Invasi artificiali
Medio Tevere		Lago di Corbara
Basso Tevere		Lago di Alviano
Topino-Marroggia	Palude di Colfiorito	Lago di Arezzo
Trasimeno	Lago Trasimeno	
Nera	Lago di Piediluco	Lago di S. Liberato
		Lago dell'Aia

Fonte: Regione Umbria, D.G.R. 80/2002

Tab. 141 - Corpi idrici sotterranei significativi

Sottobacino	Tipo acquifero	Acquifero
Alto Tevere	Alluvionale freatico	Alta Valle Tevere
Alto Tevere	Alluvionale freatico	Conca Eugubina
Chiascio		
Nera	Alluvionale freatico	Conca Ternana
Alto Tevere	Alluvionale freatico	Media Valle Tevere Nord
Alto Tevere	Alluvionale freatico	Media Valle Tevere Sud
Medio Tevere		
Nestore		
Chiascio	Alluvionale freatico	Valle Umbra
Topino Marroggia		
Topino Marroggia	Alluvionale confinato	Valle Umbra-Cannara
Chiascio	Carbonatico	Monte Cucco
T.A.M.A.		
Nera	Carbonatico	Monti della Valnerina
Topino Marroggia	Carbonatico	Monti delle Valli del Topino e Menotre
Medio Tevere	Carbonatico	Monti di Narni e d'Amelia
Basso Tevere		
Nera		
Medio Tevere	Carbonatico	Monti Martani
Topino Marroggia		
Nera		
Alto Tevere	Carbonatico	Monti di Gubbio
Chiascio		
Paglia Chiani	Vulcanico	Vulcanico Orvietano
Basso Tevere		

Fonte: Regione Umbria, D.G.R. 80/2002

In Fig. 60 vengono presentati i corpi idrici superficiali significativi, mentre in Fig. 61 vengono presentati i corpi idrici sotterranei significativi.

1.2 I corpi idrici a specifica destinazione

Con tale definizione la norma intende individuare le acque che per caratteristiche chimico-fisiche e biologiche risultano qualitativamente idonee ad una particolare utilizzazione da parte dell'uomo e a specifiche destinazioni ambientali.

Il D.Lgs. 152/99 individuava come acque a specifica destinazione funzionale:

- le acque dolci che richiedono protezione e miglioramento per essere idonee alla vita dei pesci;
- le acque dolci superficiali destinate alla produzione di acqua potabile;
- le acque destinate alla balneazione.

Tra i corpi idrici a specifica destinazione non vengono considerate le acque destinate alla vita dei molluschi, non essendo presenti in Umbria acque marino-costiere e salmastre (art. 14).

Per ciascuna delle suddette categorie, il decreto stabiliva valori parametrici definiti che costituivano gli obiettivi di qualità per specifica destinazione e forniva gli strumenti per il raggiungimento e mantenimento degli obiettivi stessi. Per questi corpi idrici, inoltre, dovevano essere predisposti appositi elenchi e idonei programmi di misure di tutela e miglioramento.

Le disposizioni tecniche per la verifica della conformità delle acque dolci superficiali destinate alla produzione di acqua potabile e per quelle che richiedono protezione e miglioramento per essere idonee alla vita dei pesci, erano contenute nelle sezioni A e B, All. 2 del decreto, oggi sostituite dalle sezioni A e B, All. 2 del D.Lgs. 152/06. Per l'idoneità delle acque di balneazione, il DPR n. 470 del 1982 rimane in vigore fino al 2014 poiché è stato sostituito dal Decreto Legislativo del 30 maggio 2008, pubblicato in G.U. il 4 luglio 2008, n. 116, il quale recepisce la Direttiva europea 2006/7/CE relativa alla gestione della qualità delle acque di balneazione.

1.2.1 Acque dolci che richiedono protezione e miglioramento per essere idonee alla vita dei pesci

Vengono definite "acque idonee alla vita dei pesci" le acque dolci correnti e stagnanti naturali in cui vivono o possono vivere pesci appartenenti a specie indigene o specie la cui presenza è giudicata auspicabile in relazione alle caratteristiche fisiche del corso d'acqua.

I requisiti di qualità delle acque dolci idonee alla vita dei pesci e i criteri di designazione delle stesse sono quelli previsti dalla normativa precedente all'emanazione del D.Lgs. 152/06.

Ai fini della designazione di tali corpi idrici sono stati privilegiati:

- i corsi d'acqua che attraversano il territorio di parchi nazionali e riserve naturali dello Stato, nonché di parchi e riserve naturali regionali;
- i laghi naturali ed artificiali, gli stagni ed altri corpi idrici, situati nei predetti ambiti territoriali;
- le acque dolci superficiali comprese nelle zone umide dichiarate "di importanza internazionale" ai sensi della convenzione di Ramsar del 2 febbraio 1971, resa esecutiva con DPR del 13 marzo 1976, n. 448, sulla protezione delle zone umide, nonché quelle comprese nelle "oasi di protezione della fauna", istituite dalle Regioni e Province Autonome ai sensi della legge 11 febbraio 1992, n. 157;
- le acque dolci superficiali che, ancorché non comprese nelle precedenti categorie, presentino un rilevante interesse scientifico, naturalistico, ambientale e produttivo, in quanto costituenti habitat di specie animali o vegetali rare o in via di estinzione, ovvero in quanto sede di complessi ecosistemi acquatici meritevoli di conservazione o, altresì, sede di antiche e tradizionali forme di produzione ittica, che presentano un elevato grado di sostenibilità ecologica ed economica.

Con D.G.R. n. 1111 del 24 febbraio 1994, la Regione Umbria ha effettuato una prima designazione delle acque dolci che richiedono protezione e miglioramento per essere idonee alla vita dei pesci, sulla base dei criteri dettati dal D.Lgs. n. 130/1992.

Con successiva D.G.R. n. 5894 del 18 settembre 1997, è stata effettuata la nuova designazione dei corpi idrici escludendo alcuni piccoli corsi d'acqua precedentemente designati in quanto non più rispondenti ai requisiti richiesti. Con lo stesso atto è stata effettuata la classificazione dei corpi idrici designati in acque "salmonicole" o "ciprinicole".

Tale classificazione si basa sulla conformità di una serie di parametri chimici e fisici delle acque a valori guida (G) e valori imperativi (I) stabiliti dalla normativa.

In Tab. 142 viene presentato l'elenco e la classificazione dei corpi idrici designati come idonei alla vita dei pesci.

Tab. 142 - Corpi idrici destinati alla vita dei pesci

Sottobacino	Corpo idrico	Tratto	Classificazione
Alto Tevere	T. Soara	sorgenti - S. Martino d'Upo	Ciprinicolo
	F. Tevere	San Giustino – Pierantonio	Ciprinicolo
Topino Marroggia	F. Clitunno	Fonti	Salmonicolo
	T. Menotre	sorgenti – Belfiore	Salmonicolo
Paglia Chiani	Fosso Elmo	intero corso	Salmonicolo
	Fosso Migliari	intero corso	Salmonicolo
Nera	F. Sordo	sorgenti - loc. Mo. Lucci	Salmonicolo
		Villa di Serravalle - confluenza Corno	Salmonicolo
	F. Vigi	intero corso	Salmonicolo
	T. Argentina	intero corso	Salmonicolo
	F. Corno	Roccaporena – Cascia	Salmonicolo
		Nortosce – Triponzo	Salmonicolo
	F.so dal Castellone	intero corso	Salmonicolo
	F. Nera	confine regionale – Ferentillo	Salmonicolo
T.A.M.A. (Esino)	T. Sentino	Isola Fossara - confine regionale	Salmonicolo

Fonte: ARPA Umbria

1.2.2 Acque dolci superficiali destinate alla produzione di acqua potabile

Le acque superficiali destinate alla produzione di acqua potabile vengono designate tra i corpi idrici superficiali di acqua dolce, quali fiumi, laghi naturali e invasi artificiali. Sulla base delle caratteristiche chimiche, fisiche e microbiologiche, tali acque vengono classificate in tre diverse categorie (A1, A2, A3) cui corrispondono diversi trattamenti specifici di potabilizzazione.

Tra i corpi idrici superficiali di acqua dolce, le acque del lago Trasimeno erano state individuate come idonee alla produzione di acqua potabile. Tale designazione era conseguenza del fatto che le acque del Lago sono state per molto tempo utilizzate per l'approvvigionamento del centro abitato di Castiglione del Lago; con la realizzazione del nuovo acquedotto, che consente l'adduzione di acque potabili attraverso l'interconnessione con il sistema acquedottistico perugino, tale utilizzo è stato sospeso a partire dall'anno 2005.

Nel Piano Regolatore Regionale degli Acquedotti, inoltre, sono state indicate come acque destinate a tale uso, quelle dell'invaso realizzato lungo il fiume Chiascio a Valfabbrica e quelle dell'invaso di Montedoglio sul Fiume Tevere, in territorio Toscano. Attualmente il corpo idrico di Valfabbrica è in fase di invaso. L'invaso di Montedoglio sul Fiume Tevere è stato designato dalla Regione Toscana come corpo idrico destinato alla produzione di acqua potabile. Pur rimanendo fuori del territorio regionale, le acque di questo invaso verranno utilizzate per l'approvvigionamento idropotabile dell'area dell'Alta Valle del Tevere in Umbria.

1.2.3 Acque destinate alla balneazione

Il DPR n. 470/1982 individuava le acque destinate alla balneazione. Vengono definite "acque di balneazione" le acque dolci superficiali, correnti o di lago e le acque marine nelle quali la balneazione è espressamente autorizzata o non vietata.

I corpi idrici nei quali sono state individuate "zone di balneazione" ovvero con acque destinate alla balneazione, sono il Lago Trasimeno, il Lago di Piediluco e il Lago Chico Mendes, laghetto artificiale nella Conca Ternana (Tab. 143).

Annualmente, la Regione Umbria individua, nei corpi idrici suddetti, le zone idonee alla balneazione sulla base dei risultati dei controlli relativi all'anno precedente. Tale individuazione viene comunicata al Ministero della Sanità e al Ministero dell'Ambiente, nonché alle amministrazioni comunali prima dell'inizio della stagione balneare (periodo compreso tra il primo maggio e il 30 settembre).

Tab. 143 - Zone destinate alla balneazione nella regione Umbria

Sottobacino	Corpo Idrico	Zona
Trasimeno	Lago Trasimeno	Lido Rigutini
		Lido Arezzo
		Lido Dinette
		Lido Comunale Castiglione del lago
		Isola Polvese Vecchia
		Isola Polvese Nuova
		Kursaal
		La Darsena
		Camping Europa
		Lido Comunale Tuoro
		Isola Maggiore Vecchio pontile
		Isola Maggiore San Francesco
		Caloni
		Lido Santino
		Albaia
Nera	Lago di Piediluco	Ara Marina
		Centro Remiero
		Azienda Soggiorno
		Comunanza
		Lido
		Sirenetta
		Eco
Nera	Lago Chico Mendes	Spiaggetta Sud
		Spiaggetta Nord

Fonte: ARPA Umbria

I corpi idrici a specifica destinazione vengono presentati in Fig. 62.

2 LE RETI DI MONITORAGGIO

Nei paragrafi seguenti vengono descritte le reti di monitoraggio regionali relative al controllo qualitativo dei corpi idrici superficiali e sotterranei effettuato ai sensi del D.Lgs. 152/99. Tali reti comprendono:

rete di monitoraggio quantitativo in continuo delle acque superficiali;

rete di monitoraggio qualitativo in discreto dei corpi idrici significativi in funzione degli obiettivi di qualità ambientale;

- rete di monitoraggio qualitativo in discreto dei corpi idrici a specifica destinazione funzionale:
 - acque dolci che richiedono protezione e miglioramento per essere idonee alla vita dei pesci,
 - acque dolci superficiali destinate alla produzione di acqua potabile,
 - acque destinate alla balneazione;
- rete di monitoraggio qualitativo in continuo delle acque superficiali;
- rete di monitoraggio quali-quantitativo in discreto delle acque sotterranee;
- rete di monitoraggio quantitativo in continuo delle acque sotterranee.

Le reti di monitoraggio dei corpi idrici superficiali e sotterranei sono rispettivamente rappresentate in Fig. 60 e Fig. 61.

A partire dall'anno 2008 è stato avviato il processo di revisione delle reti di monitoraggio per renderle coerenti alle disposizioni contenute nella Direttiva 2000/60/CE e nel D.Lgs. 152/06 così come riportato in dettaglio nell'allegato al Piano denominato "Aggiornamento del Piano di Tutela delle Acque ai sensi della Direttiva 2000/60/CE".

2.1 Le reti di monitoraggio delle acque superficiali

2.1.1 La rete di monitoraggio quantitativo in continuo

La Regione Umbria, ai sensi della Legge n. 319/1976, ha istituito, a partire dal 1984, una rete di monitoraggio dei principali corpi idrici superficiali al fine di definirne le caratteristiche quantitative. Il reticolo è attualmente costituito da 52 stazioni idrometriche, comprese quelle del Servizio Idrografico e Mareografico di Roma recentemente trasferite alla Regione, in attuazione del D.P.C.M. 24 luglio 2002. Una seconda rete di monitoraggio, gestita dalla Provincia di Perugia, interessa il Lago Trasimeno ed il suo reticolo idrografico. E' costituita da 10 stazioni di monitoraggio con cui vengono rilevati il livello idrometrico del lago, gli afflussi dai suoi immissari principali e il deflusso del suo emissario.

In tutte le stazioni, l'altezza idrometrica viene rilevata con frequenza semi oraria.

Per i sottobacini Alto Tevere, Medio Tevere, Chiascio, Topino-Maroggia, Nestore, e Nera fino alla confluenza del fiume Velino, la Regione ha definito le relative scale di deflusso che consentono la trasformazione dei dati idrometrici in valori di portata. Per queste stazioni i dati di portata sono stati elaborati per fornire i valori di portata media, massima, minima giornaliera e mensile, che vengono periodicamente pubblicati negli "Annali Idrologici Regionali".

Per le stazioni localizzate nei sottobacini Basso Tevere, Nera a valle della confluenza del fiume Velino e Paglia, sono disponibili solo i dati idrometrici.

In Tab. 144 viene presentato l'elenco delle stazioni costituenti le due reti idrometriche.

Tab. 144 - Stazioni idrometriche

Sottobacino	Corpo idrico	N.	Località	Tipo misura	Gestore
Alto Tevere	F. Tevere	1	Gorgabuia	telemisura	Regione Umbria
		2	Santa Lucia	telemisura	Regione Umbria
		3	Pierantonio	telemisura	Regione Umbria
		4	Ponte Felcino	telemisura	Idrografico di Roma
		5	Ponte Felcino	telemisura	Regione Umbria
	T. Cerfone	6	Lupo	telemisura	Regione Umbria
	T. Sovara	7	Pistrino	telemisura	Regione Umbria
	T. Niccone	8	Migianella	telemisura	Regione Umbria
	T. Carpina	9	Montone	telemisura	Regione Umbria
	T. Assino	10	Mocaiana	telemisura	Regione Umbria
		11	Serrapartucci	telemisura	Regione Umbria
Medio Tevere	F. Tevere	12	Ponte Nuovo	telemisura	Regione Umbria
		13	Monte Molino	telemisura	Regione Umbria

Sottobacino	Corpo idrico	N.	Località	Tipo misura	Gestore
	Lago di Corbara	14	Corbara	telemisura	Idrografico di Roma
	T. Puglia	15	Collepepe	telemisura	Regione Umbria
	T. Naia	16	Todi Naia	telemisura	Regione Umbria
Basso Tevere	F. Tevere	17	Ponte Baschi	telemisura	Idrografico di Roma
		18	Orte	telemisura	Idrografico di Roma
Chiascio	F. Chiascio	19	Pianello	telemisura	Regione Umbria
		20	Petrignano	telemisura	Regione Umbria
		21	Ponte Rosciano	telemisura	Regione Umbria
	F. Tescio	22	San Vetturino	registrazione	Regione Umbria
Topino Marroggia	F. Topino	23	Valtopina	telemisura	Regione Umbria
		24	Bevagna	telemisura	Regione Umbria
		25	Cannara	telemisura	Regione Umbria
		26	Bettona	telemisura	Regione Umbria
	T. Caldognola	27	Nocera Umbra	telemisura	Regione Umbria
	T. Menotre	28	Pale	telemisura	Regione Umbria
	T. Chiona	29	Budino	registrazione	Regione Umbria
	T. Marroggia	30	Azzano	telemisura	Regione Umbria
	F. Clitunno	31	Borgo Trevi	registrazione	Regione Umbria
	T. Timia	32	Cantalupo	telemisura	Regione Umbria
Nestore	F. Nestore	33	Mercatello	registrazione	Regione Umbria
		34	Marsciano	telemisura	Regione Umbria
	T. Caina	35	Monticelli	telemisura	Regione Umbria
	Emissario del Trasimeno	36	Monte Sperello	telemisura	Provincia di Perugia
	T. Genna	37	Palazzetta	telemisura	Regione Umbria
Trasimeno	Lago Trasimeno	38	S. Savino	telemisura	Provincia di Perugia
	Pescia	39	Pescia	telemisura	Provincia di Perugia
	F.so Paganico	40	Paganico	telemisura	Provincia di Perugia
	Rio Maggiore	41	Rio Maggiore 1	telemisura	Provincia di Perugia
		42	Rio Maggiore 2	telemisura	Provincia di Perugia
	T. Tresa	43	Ponte Tresa	telemisura	Provincia di Perugia
	F.so Moiano	44	Moiano 1	telemisura	Provincia di Perugia
		45	Moiano 2	telemisura	Provincia di Perugia
	F.sso Macerone	46	Tuoro s/T	telemisura	Provincia di Perugia
Paglia Chiani	F. Paglia	47	Allerona	telemisura	Idrografico di Roma
		48	Orvieto Scalo	telemisura	Regione Umbria
		49	Ponte Adunata	telemisura	Idrografico di Roma
	T. Chiani	50	Ponte dell'Osteria	telemisura	Consorzio Val di Chiana
		51	Morrano	telemisura	Regione Umbria
	T. Astrone	52	Ponticelli	telemisura	Consorzio Val di Chiana
Nera	F. Nera	53	Vallo di Nera	telemisura	Regione Umbria
		54	Torre Orsina	telemisura	Regione Umbria
		55	Terni	telemisura	Regione Umbria
		56	Nera Montoro	telemisura	Regione Umbria
	F. Corno	57	Serravalle	telemisura	Regione Umbria
	F. Sordo	58	Molino Coccia	telemisura	Regione Umbria
	F. Vigi	59	Ponte Buggianino	telemisura	Regione Umbria
	F. Velino	60	Terria	telemisura	Idrografico di Roma
		61	Piediluco	telemisura	Regione Umbria
	Canale Medio Nera	62	Canale Medio Nera	telemisura	Regione Umbria

Fonte: ARPA Umbria

2.1.2 Le reti di monitoraggio qualitativo in discreto dei corpi idrici significativi

A partire dall'anno 2000, è stata attivata, nella regione Umbria, una rete di monitoraggio in discreto per il controllo della qualità dei corpi idrici significativi in funzione del raggiungimento degli obiettivi di qualità ambientale (D.Lgs. 152/99, allegato 1). Tale rete di monitoraggio, che nasce da una selezione delle stazioni di prelievo precedentemente individuate secondo i criteri dettati dalla Legge 319/76 (Legge Merli), è costituita complessivamente da 44 punti, distribuiti tra corsi d'acqua e laghi.

2.1.2.1 La rete di monitoraggio dei corsi d'acqua in funzione del raggiungimento degli obiettivi di qualità ambientale

Attualmente, le reti di monitoraggio dei corsi d'acqua, rivista nel corso degli anni sulla base dei criteri e degli indirizzi fissati dal D.Lgs. 152/99, è costituita da 36 stazioni, di cui 2 localizzate su canali artificiali. L'elenco delle stazioni monitorate è riportato in Tab. 145.

Tab. 145 - Stazioni di monitoraggio dei corsi d'acqua naturali e artificiali significativi

Sottobacino	Corpo idrico	Codice Stazione	Localizzazione	Comune
Alto Tevere	Tevere	TVR1	Inizio tratto umbro - Pistrino	Città di Castello
	Tevere	TVR2	A valle di Città di Castello - S.Lucia	Città di Castello
	Tevere	TVR3	A valle di Umbertide - Montecorona	Umbertide
	Tevere	TVR4	Ponte Felcino	Perugia
	Tevere	TVR6	A monte confluenza Chiascio - Torgiano	Torgiano
Medio Tevere	Tevere	TVR5	A valle confluenza Chiascio - Ponte Nuovo	Torgiano
	Tevere	TVR7	A monte del lago di Corbara - Pontecuti	Todi
Basso Tevere	Tevere	TVR8	A valle confluenza Paglia - Baschi	Baschi
	Tevere	TVR9	A valle del Lago di Alviano - Attigliano	Attigliano
	Tevere	TVR10	A valle confluenza Nera - Orte	Narni
Chiascio	Chiascio	CHS1	A valle del lago di Valfabbrica	Valfabbrica
	Chiascio	CHS2	A monte confluenza Topino - Ponte Rosciano	Bettona
	Chiascio	CHS3	A monte confluenza Tevere - Ponte Nuovo	Torgiano
Topino-Marroggia	Topino	TOP1	A monte Foligno - Capodacqua	Foligno
	Topino	TOP2	A valle Foligno - Corvia	Foligno
	Topino	TOP3	A monte confluenza Chiascio - Passaggio Bettona	Bettona
	Clitunno	CLT2	Casco dell'Acqua	Trevi
	Marroggia	MAR1	Casco dell'Acqua	Trevi
	Teverone	TVN1	A monte confluenza Clitunno - Bevagna	Bevagna
	Timia	TIM1	A monte confluenza Topino - Cannara	Bevagna
Nestore	Nestore	NES1	A monte di Marsciano	Marsciano
	Nestore	NES2	A monte confluenza Tevere	Marsciano
Paglia-Chiani	Chiani	CHN1	A monte confluenza Paglia - Ciconia	Orvieto
	Paglia	PGL1	Inizio tratto umbro - Allerona Fonti di Tiberio	Castel Viscardo
	Paglia	PGL2	A monte confluenza Tevere - Orvieto	Orvieto
Nera	Nera	NER1	Inizio tratto umbro - Pontechiusita	Preci
	Nera	NER2	A valle confluenza Corno - Borgo Cerreto	Cerreto Spoleto
	Nera	NER4	A monte confluenza Velino - Casteldilago	Arrone
	Nera	NER5	A monte di Terni - Pentima	Terni
	Nera	NER6	A valle di Terni - Maratta	Terni
	Nera	NER7	A monte di Narni - Ponte D'Augusto	Narni
	Nera	NER8	A monte confluenza Tevere - Orte	Narni
	Velino	VEL1	Greccio - località Piè di Moggio	Rieti
	Corno	CRN2	A monte confluenza Nera - Balza Tagliata	Norcia
	Canale Medio Nera	CMN1	A monte confluenza lago di Piediluco	Terni
	Canale Recentino	CRC1	Ponte Strada Statale Flaminia	Narni

Fonte: ARPA Umbria

La stazione di monitoraggio CLT2, interessa il torrente Clitunno. Tale corpo idrico non è designato come significativo, tuttavia le caratteristiche delle sue acque influiscono in modo significativo nel determinare la qualità delle acque del Torrente Marroggia, suo recettore, a valle della confluenza. Ai fini della classificazione della qualità dei corsi d'acqua, il D.Lgs. 152/99 prevede l'esecuzione di analisi sulla matrice acquosa e sul biota, che possono essere integrate da indagini sui sedimenti e da test di tossicità, qualora ne ricorra la necessità.

Le analisi sulla matrice acquosa riguardano il rilevamento di parametri chimico-fisici di base e di parametri aggiuntivi. La determinazione dei parametri di base (Allegato 1, tab. 4) è obbligatoria e viene effettuata a cadenza mensile.

In Tab. 146 viene riportato l'elenco dei parametri di base monitorati sui corsi d'acqua regionali.

Tab. 146 - Parametri di base monitorati sui corsi d'acqua regionali

Portata (m ³ /s)	Ossigeno disciolto (mg/l) (o)
PH	BOD ₅ (O ₂ mg/l) (o)
Solidi sospesi (mg/l)	COD (O ₂ mg/l) (o)
Temperatura (°C)	Ortofosfato (P mg/l)
Conducibilità (µS/cm, 20 °C)	Fosforo totale (P mg/l) (o)
Durezza (mg/l di CaCO ₃)	Cloruri (Cl ⁻ mg/l)
Azoto totale (N mg/l)	Solfati (SO ₄ ²⁻ mg/l)
Azoto ammoniacale (N mg/l) (o)	<i>Escherichia coli</i> (UFC/100 ml) (o)
Azoto nitrico (N mg/l) (o)	

(o) con tale simbolo sono indicati i parametri macrodescrittori utilizzati per la classificazione

Fonte: ARPA Umbria

Per quanto riguarda i parametri aggiuntivi (Tab. 1, All. 1 del D.Lgs. 152/99), le attività di monitoraggio effettuate precedentemente all'entrata in vigore del D.Lgs. 152/99 sul reticolo idrografico umbro, non ha mai evidenziato la presenza di tali sostanze o gruppi di sostanze. Per questo motivo, il monitoraggio dei microinquinanti è stato limitato ai corpi idrici selezionati sulla base dell'analisi delle criticità conseguenti all'uso del territorio. In Tab. 147 viene presentato l'elenco delle stazioni di monitoraggio sulle quali con frequenza semestrale vengono determinati i principali inquinanti chimici.

Tab. 147 - Microinquinanti monitorati sui principali corsi d'acqua

Sottobacino	Corpo idrico	Codice Stazione	Localizzazione	Comune	Parametri aggiuntivi monitorati
Medio Tevere	Tevere	TVR5	A valle confluenza Chiascio - Ponte Nuovo	Torgiano	αβ Endosulfan; Alaclor; Linuron;
Chiascio	Chiascio	CHS2	A monte confluenza Topino - Ponte Rosciano	Bettona	Malathion Metabromuron
Topino-Marroggia	Topino	TOP2	A valle Foligno - Corvia	Foligno	Metholaclor
	Topino	TOP3	A monte confluenza Chiascio - Passaggio Bettona	Bettona	Oxifluorfen; Pendimetalin;
	Timia	TIM1	A monte confluenza Topino - Cannara	Bevagna	Simaziona Terbutilazina

Fonte: ARPA Umbria

Relativamente alle determinazioni sul biota, vengono effettuate a cadenza stagionale analisi sulle comunità di macroinvertebrati bentonici attraverso il rilievo dell'Indice Biotico Esteso (I.B.E.). L'applicazione dell'I.B.E. consente di fornire un giudizio sintetico e di facile interpretazione complementare ai controlli chimico-fisici, sulla qualità dell'ambiente fluviale.

Tale determinazione è obbligatoria ai sensi del D.Lgs. 152/99 e viene eseguita su tutte le stazioni della rete di monitoraggio dei corsi d'acqua.

2.1.2.2 La rete di monitoraggio dei laghi in funzione del raggiungimento degli obiettivi di qualità ambientale

La rete di monitoraggio istituita per il controllo della qualità delle acque dei laghi naturali e degli invasi, individuati come corpi idrici significativi, è composta da 8 stazioni. La localizzazione delle stazioni di monitoraggio è stata effettuata secondo i criteri dettati dall'All. 1 del D.Lgs. 152/99.

In Tab. 148 viene presentato l'elenco delle stazioni che interessano sia i laghi naturali sia gli invasi.

Tab. 148 - Stazioni di monitoraggio di laghi naturali e artificiali significativi

Sottobacino	Corpo idrico	Codice Stazione	Localizzazione	Comune
Medio Tevere	Lago di Corbara	CRB1	Centro lago	Baschi
Basso Tevere	Lago di Alviano	ALV1	Dalla riva	Alviano
Topino-Marroggia	Lago di Arezzo	ARE1	Dallo sbarramento	Spoletto
	Palude di Colfiorito	CLF1	Dalla riva	Foligno
Trasimeno	Lago Trasimeno	TRS30	Centro lago	Passignano sul Trasimeno
		TRS32	Pontile di Passignano	Castiglione del Lago
		TRS28	Pontile di Castiglione del Lago	Castiglione del Lago
Nera	Lago di Piediluco	PIE8	Centro Lago	Terni

Fonte: ARPA Umbria

Per i laghi di Corbara, Arezzo e Piediluco il campionamento viene eseguito, così come previsto dalla norma per laghi di profondità inferiore a 50 metri, lungo la colonna d'acqua a tre diverse altezze: in superficie, a metà e in profondità. Per il Lago Trasimeno caratterizzato da bassa profondità delle acque, il campionamento viene effettuato lungo la colonna d'acqua in superficie e in profondità.

L'invaso di Alviano e la palude di Colfiorito, infine, vengono campionati solo in superficie, dalla riva.

Per gli invasi di San Liberato e dell'Aia, individuati anch'essi come corpi idrici significativi, fino ad oggi non è stato attivato il monitoraggio, per problemi legati alla accessibilità delle sponde in via di soluzione.

Ai fini della definizione dello stato di qualità ambientale dei laghi, il D.Lgs. 152/99 prevede l'esecuzione di analisi solo sulla matrice acquosa, che possono essere integrate da indagini sui sedimenti, sul biota e da saggi biologici a medio e lungo termine, qualora ne ricorra la necessità.

Anche in questo caso, le analisi sulla matrice acquosa riguardano il rilevamento di parametri chimico-fisici di base e parametri addizionali. La determinazione dei parametri di base (All. 1, tabella 10) è obbligatoria e il campionamento viene effettuato semestralmente, una volta nel periodo di massimo rimescolamento ed uno in quello di massima stratificazione.

In Tab. 149 viene riportato l'elenco dei parametri di base monitorati su laghi ed invasi regionali.

Tab. 149 - Parametri di base monitorati nei laghi ed invasi regionali

Alcalinità (mg/L $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$)	Azoto ammoniacale (N mg/l)
PH	Azoto nitrico (N mg/l)
Temperatura (°C)	Ossigeno disciolto (mg/l)
Conducibilità Elettrica Specifica ($\mu\text{S}/\text{cm}$, 20 °C)	Trasparenza (m) (o)
Clorofilla "a" ($\mu\text{g}/\text{l}$) (o)	Ossigeno ipolimnico (% di saturazione) (o)
Azoto nitroso (N $\mu\text{g}/\text{l}$)	Ortofosfato (P $\mu\text{g}/\text{l}$)
Azoto totale (N mg/l)	Fosforo totale (P $\mu\text{g}/\text{l}$) (o)

(o) con tale simbolo sono indicati i parametri macrodescritti utilizzati per la classificazione

Fonte: ARPA Umbria

Per quanto riguarda i microinquinanti organici ed inorganici (tabella 1, All. 1), il monitoraggio di tali sostanze viene effettuato, sempre a cadenza semestrale, solo per le stazioni del Lago Trasimeno e limitatamente ai parametri elencati in Tab. 150. Come si osserva, il set di microinquinanti determinati viene progressivamente modificato in funzione dei risultati delle stesse analisi e di considerazioni sulla distribuzione nel territorio delle fonti di emissione degli inquinanti. Gruppi di parametri per i quali non siano stati rilevati superamenti dei limiti di sensibilità strumentale per periodi significativi di monitoraggio vengono eliminati dal set e sostituiti con nuovi gruppi di parametri.

Tab. 150 - Microinquinanti organici ed inorganici monitorati nel lago Trasimeno

Parametro		Parametro	
Cadmio (µg/l)	Fino al 2001	Isodrin (µg/l)	Fino al 2002
Cromo (µg/l)	Fino al 2001	DDT (µg/l)	Fino al 2002
Nichel (µg/l)	Fino al 2001	Esacoloro benzene (µg/l)	
Piombo (µg/l)	Fino al 2001	Esacoloro cicloesano (µg/l)	Fino al 2002
Rame (µg/l)	Fino al 2001	Tricloro etilene (µg/l)	
Zinco (µg/l)	Fino al 2001	Tricloro benzene(µg/l)	
1,2 Dicloroetano (µg/l)		Cloroformio (µg/l)	
Aldrin (µg/l)		Tetracloruro di carbonio (µg/l)	
Dieldrin (µg/l)		Percloro etilene (µg/l)	Fino al 2002
Endrin (µg/l)	Fino al 2002	Pentaclorofenolo (µg/l)	Fino al 2002

Fonte: ARPA Umbria

2.1.3 Le reti di monitoraggio qualitativo dei corpi idrici a specifica destinazione

Il D.Lgs. 152/99 detta i criteri generali e le metodologie per il rilevamento delle caratteristiche qualitative dei corpi idrici a destinazione funzionale e individua, attraverso le disposizioni contenute nell'allegato 2, parametri di riferimento specifici in relazione all'uso cui è stata destinata la risorsa idrica.

Nei paragrafi seguenti vengono presentate le reti di monitoraggio esistenti su tali corpi idrici, istituite negli anni passati secondo i criteri dettati dalle varie normative in base alla destinazione funzionale.

Le reti di monitoraggio dei corpi idrici a specifica destinazione sono rappresentate in Fig. 62.

2.1.3.1 La rete di monitoraggio delle acque dolci superficiali destinate alla vita dei pesci

La rete di monitoraggio delle acque dolci superficiali destinate alla vita dei pesci salmonicoli e ciprinicoli, è stata istituita dalla Regione Umbria nel 1997 con l'individuazione di 18 stazioni localizzate su corsi d'acqua di interesse scientifico, naturalistico, ambientale o sede di antiche e tradizionali forme di produzione ittica. La rete di monitoraggio non ha subito modifiche o integrazioni in seguito all'introduzione del D.Lgs. 152/99.

Obiettivo del monitoraggio è quello di verificare e mantenere le caratteristiche qualitative che rendono tali acque idonee alla vita delle comunità ittiche.

In Tab. 151 viene presentato l'elenco delle stazioni individuate per il monitoraggio delle acque dolci superficiali idonee alla vita dei pesci salmonicoli e ciprinicoli.

Tab. 151 - Stazioni di monitoraggio dei corpi idrici destinati alla vita dei pesci

Sottobacino	Corso d'acqua	Codice	Punto di prelievo	Destinazione funzionale
Alto Tevere	Tevere	TVR1	Inizio tratto umbro - Pistrino	Ciprinicolo
	Tevere	TVR2	A valle di Città di Castello - S.Lucia	Ciprinicolo
	Tevere	TVR3	A valle di Umbertide - Montecorona	Ciprinicolo
	Soara	SOA1	S. Martino D'Upo	Ciprinicolo
Topino-Marroggia	Menotre	MNT1	Ponte S.Lucia	Salmonicolo
	Clitunno	CLT2	Casco dell'Acqua	Salmonicolo
Paglia-Chiani	Elmo	ELM1	S. Martino	Salmonicolo
	Migliari	MGL1	Frattaguida	Salmonicolo
Nera	Nera	NER3	Terria	Salmonicolo
	Nera	NER1	Inizio tratto Umbro	Salmonicolo
	Argentina	ARG1	A monte confluenza Vigi	Salmonicolo
	Castellone	CST1	A monte confluenza Nera	Salmonicolo
	Corno	CRN1	Cascia	Salmonicolo
	Corno	CRN2	A monte confluenza Nera	Salmonicolo
	Sordo	SRD1	Norcia	Salmonicolo
	Sordo	SRD2	A monte confluenza Corno	Salmonicolo
	Vigi	VIG1	A monte confluenza Nera	Salmonicolo
T.A.M.A.	Sentino	SNT1	Confine Umbria-Marche	Salmonicolo

Fonte: ARPA Umbria

Per la verifica della conformità delle acque, il D.Lgs. 152/99 individua una serie di parametri chimico-fisici di base da ricercare secondo i criteri dettati nell' All. 2, Sez. B. Il campionamento viene eseguito a cadenza mensile.

Ad integrazione di quanto dettato dalla norma viene effettuato, a cadenza semestrale, il rilievo delle comunità macrobentoniche ai fini di una più completa valutazione della qualità delle acque superficiali. In Tab. 152 viene riportato l'elenco dei parametri monitorati per la definizione della conformità delle acque.

Tab. 152 - Parametri chimico fisici monitorati sui corpi idrici destinati alla vita dei pesci

Temperatura (°C)	Cloro Residuo totale (mg/l)
PH (unità di pH)	MBAS (mg/l)
Ossigeno disciolto (mg/l)	Cadmio (µg/l)
Solidi Sospesi (mg/l)	Cromo (µg/l)
BOD ₅ (mg/l O ₂)	Nichel (µg/l)
Fosforo totale (mg/l P)	Piombo (µg/l)
Ammoniaca totale (mg/l NH ₄)	Rame (µg/l)
Ammoniaca non ionizzata (mg/l NH ₃)	Zinco (µg/l)
Nitriti (mg/l NO ₂)	Arsenico (µg/l)
Fenoli (mg/l C ₂ H ₅ OH)	Mercurio (µg/l)
Idrocarburi (mg/l)	

Fonte: ARPA Umbria

2.1.3.2 *La rete di monitoraggio delle acque dolci superficiali destinate alla produzione di acqua potabile*

La rete di controllo delle acque destinate alla produzione di acqua potabile è stata costituita, fino al 2005, da un solo punto di presa localizzato sul lago Trasimeno. Obiettivo delle analisi era quello di definire la qualità delle acque lacuali al fine di garantire l'erogazione in rete di acque idonee al consumo umano.

Tab. 153 - Localizzazione del punto di presa per le acque superficiali destinate alla produzione di acqua potabile (fino al 2005)

Sottobacino	Corpo idrico	Codice Stazione	Localizzazione	Comune
Trasimeno	Lago Trasimeno	2289	Ingresso potabilizzatore Castiglione del Lago	Castiglione del Lago

Fonte: ARPA Umbria

La frequenza minima dei campionamenti e delle analisi da effettuare è indicata nella All. 2, Sez. A del D.Lgs. 152/99.

Per la classificazione della qualità delle acque venivano determinati, a cadenza mensile, parametri chimico-fisici, microbiologici e addizionali lungo l'intera colonna d'acqua.

In Tab. 154 viene presentato l'elenco completo dei parametri monitorati.

Tab. 154 - Parametri monitorati nelle acque superficiali destinate alla produzione di acqua potabile

Parametri chimico-fisici principali	
Temperatura (°C)	Cromo totale (Cr) (mg/l)
PH (unità pH)	Nichel (Ni) (mg/l)
Conducibilità (20°C) (µS/cm)	Piombo (Pb) (mg/l)
Colore (Pt/Co) (mg/l)	Rame (Cu) (mg/l)
Odore (Tasso dil ₁)	Zinco (Zn) (mg/l)
Ossigeno Disciolto (% saturazione O ₂)	Arsenico (As) (mg/l)
BOD ₅ (O ₂) (mg/l)	Mercurio (Hg) (mg/l)
COD (O ₂) (mg/l)	Manganese (Mn) (mg/l)
Azoto totale (N) (mg/l)	Boro (B) (mg/l)
Nitrati NO ₃ (mg/l)	Cianuri (CN) (mg/l)
Azoto ammoniacale (N) (mg/l)	Bario (Ba) (mg/l)
Cloruri (Cl ⁻) (mg/l)	Ferro (Fe) (mg/l)
Ortofosfati (P) (mg/l)	Selenio (Se) (mg/l)
Solfati (SO ₄ ²⁻) (mg/l)	MBAS (mg/l)
Solidi sospesi (mg/l)	Idrocarburi totali (mg/l)
Cadmio (Cd) (mg/l)	Fluoruri (F ⁻) (mg/l)
S _E C ₁ (mg/l)	Fenoli (C ₆ H ₅ OH) (mg/l)
Prodotti fitosanitari	
Antiparassitari totali	Linuron (mg/l)
IPA (mg/l)	Malathion (mg/l)
Pesticidi Azotati (mg/l)	Metholaclor (mg/l)
Pesticidi Clorurati (mg/l)	Metobromuron (mg/l)
Prodotti fitosanitari (segue)	
Pesticidi Fosforici (mg/l)	Oxifluorfen (mg/l)
a b Endosulfan (mg/l)	p,p' DDD (mg/l)
Alaclor (mg/l)	p,p' DDT (mg/l)
Aldrin (mg/l)	Parathion metile (mg/l)
Ametryn (mg/l)	Pendimentalin (mg/l)
Atrazina (mg/l)	Pentaclorofenolo (mg/l)
Atrazina desetil (mg/l)	Profam (mg/l)
Atrazina desisopropil (mg/l)	Prometon (mg/l)
Benfluralin (mg/l)	Prometrina (mg/l)
Clorprofam (mg/l)	Propazina (mg/l)
Dieldrin (mg/l)	Propizamide (mg/l)
Eptacloro (mg/l)	Simazina (mg/l)
Eptacloroeossido (mg/l)	Terbutilazina (mg/l)
Esaclorobenzene (mg/l)	Terbutilazina desetil (mg/l)
Fenclorfos (mg/l)	Terbutrina (mg/l)
Lindano (mg/l)	Trifluralin (mg/l)
Parametri microbiologici	
Coliformi Totali (UFC/100 ml)	Salmonelle (UFC/100 ml)
Coliformi Fecali (UFC/100 ml)	Salmonelle (UFC/100 ml)
Streptococchi Fecali (UFC/100 ml)	

Fonte: ARPA Umbria

Per il lago artificiale sul fiume Chiascio e per quelli di successiva realizzazione, al termine delle fasi di invaso e della presa d'atto della prevista destinazione funzionale per uso potabile, saranno attivate specifiche reti di monitoraggio.

2.1.3.3 La rete di monitoraggio delle acque dolci superficiali destinate alla balneazione

La rete di monitoraggio delle acque destinate alla balneazione è costituita, attualmente, da 24 stazioni, distribuite sui tre corpi idrici in cui sono state individuate zone destinate a tale uso: il lago Trasimeno, il lago di Piediluco e il laghetto Chico Mendes.

Obiettivo della rete è quello di valutare la qualità igienico-sanitaria delle acque lacustri al fine di garantirne l'uso per scopi ricreativi sulla base dei requisiti normativi di idoneità previsti dal DPR n. 470/1982.

In Tab. 155 viene presentata la rete di monitoraggio delle zone destinate alla balneazione.

Tab. 155 - Stazioni di monitoraggio delle zone destinate alla balneazione

Bacino idrografico	Corpo idrico	Cod. ARPA	Localizzazione	Comune
Trasimeno	Lago Trasimeno	TRS4	Lido Rigutini	Castiglione del Lago
		TRS25	Lido Arezzo	Castiglione del Lago
		TRS1	Lido Dinette	Castiglione del Lago
		TRS2	Lido Comunale	Castiglione del Lago
		TRS16	Isola Polvese Vecchia	Castiglione del Lago
		TRS15	Isola Polvese Nuova	Castiglione del Lago
		TRS21	Kursaal	Passignano sul Trasimeno
		TRS22	La Darsena	Passignano sul Trasimeno
		TRS20	Camping Europa	Passignano sul Trasimeno
		TRS34	Lido Comunale	Tuoro
		TRS13	Isola Maggiore pontile Vecchio	Tuoro
		TRS14	Isola Maggiore San Francesco	Tuoro
		TRS27	Caloni	Magione
		TRS18	Lido Santino	Magione
		TRS19	Albaia	Magione
Nera	Lago di Piediluco	PIE1	Ara Marina	Terni
		PIE3	Centro Remiero	Terni
		PIE2	Azienda Soggiorno	Terni
		PIE4	Comunanza	Terni
		PIE6	Lido	Terni
		PIE7	Sirenetta	Terni
		PIE5	Eco	Terni
	Lago Chico Mendes	CIC1	Spiaggetta Sud	Terni
		CIC2	Spiaggetta Nord	Terni

Fonte: ARPA Umbria

L'All. 1 del DPR individua la frequenza dei campionamenti, i parametri da controllare e i valori limite da rispettare per la verifica dell'idoneità alla balneazione.

Le analisi vengono effettuate con cadenza quindicinale nel periodo aprile-settembre e prevedono la determinazione di parametri microbiologici e chimico-fisici.

In Tab. 156 vengono elencati i parametri ricercati per la verifica dell'idoneità alla balneazione.

Tab. 156 - Parametri monitorati nelle acque destinate alla balneazione

Parametri Chimico-fisici
Colorazione
Trasparenza (m).
PH (unità pH)
Oli minerali (mg/l)
Ossigeno Disciolto (% sat. e mg/l O ₂)
Tensioattivi (mg/l)
Fenoli C ₆ H ₅ OH (mg/l)
Parametri Microbiologici
Coliformi totali (UFC/100 ml)
Coliformi fecali (UFC/100 ml)
Streptococchi (UFC/100 ml)

Fonte: ARPA Umbria

Il DPR n. 470 del 1982 e s.m.i. prevede la concessione di deroghe nel caso in cui vengano superati i valori relativi ad alcuni parametri per motivi derivanti da fenomeni naturali accertati.

In particolare, il giudizio di idoneità alla balneazione può essere esteso anche a quei corpi idrici che presentano valori di saturazione dell'ossigeno disciolto superiori al valore limite fissato nell'All. 1. La facoltà di deroga, tuttavia, è subordinata all'attivazione di un programma di sorveglianza specifico per il controllo dell'eutrofizzazione e i criteri per la definizione di tale programma sono stati definiti con DM del 17 giugno 1988.

Analogamente, secondo quanto previsto all'art. 9 del DPR n. 470 del 1982, è consentita la deroga ai valori fissati nell'All. 1 per i parametri pH, colorazione e trasparenza in caso di condizioni geologiche o geografiche eccezionali.

Per il lago Trasimeno, la Regione Umbria si avvale della facoltà di deroga al valore limite dei parametri ossigeno disciolto e trasparenza.

Nel primo caso, in base alle indicazioni del DM del 17 giugno 1988, la Regione Umbria attiva annualmente programmi di sorveglianza per il rilevamento di alghe aventi possibili implicazioni igienico-sanitarie. A tal fine, sono stati individuati 7 punti di campionamento dove vengono effettuati prelievi quindicinali nel periodo giugno-settembre e mensili nel periodo ottobre-maggio per la determinazione di parametri chimico-fisici, analisi quali-quantitative di popolamenti fitoplanctonici responsabili di fioriture algali e prove biotossicologiche, nel caso in cui ci si trovi in presenza di alghe appartenenti a specie di cui si conoscono varietà tossiche.

In Tab. 157 vengono elencati i punti di campionamento individuati per il controllo dell'eutrofizzazione.

Tab. 157 - Stazioni di monitoraggio per il controllo dell'eutrofizzazione

Corpo Idrico	Cod. ARPA	Localizzazione	Comune
Lago Trasimeno	TRS31	Centro Lago in profondità	Castiglione del Lago
	TRS30	Centro Lago in superficie	
	TRS8	Fosso Anguillara, a 500 m dalla riva in profondità	Castiglione del Lago
	TRS7	Fosso Anguillara, a 500 m dalla riva in superficie	
	TRS10	Fosso Macerone, a 500 m dalla riva in profondità	Tuoro sul Trasimeno
	TRS9	Fosso Macerone, a 500 m dalla riva in superficie	
	TRS12	Fosso Paganico, a 500 m dalla riva in profondità	Castiglione del Lago
	TRS11	Fosso Paganico, a 500 m dalla riva in superficie	
	TRS24	Rio Pesca, a 500 m dalla riva in profondità	Castiglione del Lago
	TRS23	Rio Pesca, a 500 m dalla riva in superficie	
	TRS25	Lido Arezzo pineta (zona balneare)	Castiglione del Lago
	TRS19	Albaia, zona balneare	Magione

Fonte: ARPA Umbria

In Tab. 158 vengono presentati i parametri chimici determinati nell'ambito del programma di sorveglianza dell'eutrofizzazione.

Tab. 158 - Parametri chimico-fisici monitorati per il controllo dell'eutrofizzazione

Temperatura (°C)	Azoto nitrico (mg/l)
Salinità	Azoto nitroso (mg/l)
Trasparenza (m)	Azoto ammoniacale (mg/l)
Ossigeno Disciolto (% sat. e mg/l O ₂)	Fosforo totale (mg/l)
PH (unità di pH)	Fosforo ortofosfato (mg/l)
Clorofilla "a" (mg/l)	Silice reattiva
Alcalinità	Cloruri (mg/l)
Conducibilità (20°C) (µS/cm)	Solidi disciolti (mg/l)

Fonte: ARPA Umbria

Nel periodo aprile-settembre, il riconoscimento e conteggio di popolamenti fitoplanctonici responsabili di fioriture algali viene effettuato anche su tutte le zone individuate come idonee alla balneazione e, a partire dal 2002, tale monitoraggio è stato esteso anche al punto di captazione presso il potabilizzatore di Castiglione del Lago.

Per quanto riguarda il parametro "trasparenza", invece, la Regione Umbria ha ottenuto dal Ministero della Sanità la deroga per la balneabilità delle acque del lago Trasimeno, ai sensi dell'art. 9 del DPR 470/82. Come stabilito nella seduta del 6 ottobre 1993 del Consiglio Superiore di Sanità, viene attuato sui sedimenti del lago un programma di controllo mensile, da aprile a settembre, in corrispondenza di quasi tutti i tratti di costa destinati alla balneazione, al fine di certificare che, sotto l'aspetto igienico-sanitario, i sedimenti, causa della torbidità delle acque, non abbiano nessuna incidenza ai fini della balneabilità.

Il programma di sorveglianza prevede l'analisi granulometrica dei sedimenti e la ricerca dei coliformi fecali.

In Tab. 159 viene presentato l'elenco delle zone destinate alla balneazione dove viene effettuato il programma di controllo dei sedimenti.

Tab. 159 - Stazioni di monitoraggio per il controllo dei sedimenti

Bacino idrografico	Corpo idrico	Cod. ARPA	Localizzazione	Comune
Trasimeno	Lago Trasimeno	TRS4	Lido Rigutini	Castiglione del Lago
		TRS25	Lido Arezzo	Castiglione del Lago
		TRS2	Lido Comunale	Castiglione del Lago
		TRS16	Isola Polvese Vecchia	Castiglione del Lago
		TRS15	Isola Polvese Nuova	Castiglione del Lago
		TRS21	Kursaal	Passignano sul Trasimeno
		TRS22	La Darsena	Passignano sul Trasimeno
		TRS20	Camping Europa	Passignano sul Trasimeno
		TRS34	Lido Comunale	Tuoro
		TRS27	Caloni	Magione
		TRS18	Lido Santino	Magione
		TRS19	Albaia	Magione

Fonte: ARPA Umbria

2.1.4 La rete di monitoraggio qualitativo in continuo delle acque superficiali

Lungo il reticolo idrografico umbro sono attive due reti di monitoraggio per l'acquisizione in continuo di dati qualitativi.

La prima è finalizzata all'acquisizione di dati chimico-fisici sui corpi idrici di interesse regionale ed è costituita da 9 stazioni dislocate sui principali corsi d'acqua naturali o loro significativi affluenti (Tevere,

Chiascio, Nera, Topino, Campiano) e canali artificiali (Canale del Medio Nera), nonché nei laghi Trasimeno e Piediluco. Lo scopo è quello di acquisire informazioni aggiuntive per la definizione della qualità ambientale dei principali corpi idrici.

Le misure vengono effettuate mediante sonde multiparametriche o, in alternativa, attraverso canali separati cui fanno capo elettrodi specifici. Le stazioni effettuano e memorizzano una misura di ciascun parametro ogni ora. Per le stazioni di Nera Montoro, Bettona, Ponte Rosciano, Ponte Nuovo e I Quadri sono presenti anche campionatori automatici. I dati acquisiti dalle stazioni di monitoraggio vengono trasferiti automaticamente presso il server di gestione del sistema con frequenza quotidiana, via GSM, e validati con cadenza settimanale. La gestione del sistema (manutenzione ordinaria e straordinaria, trasmissione dati, trattazione dati) è curata da ARPA Umbria.

Una seconda rete di monitoraggio, costituita da 7 stazioni, interessa il fiume Tevere, il torrente Mussino e il Lago Trasimeno, ed è finalizzata al controllo dei principali nutrienti.

In Tab. 160 viene presentato l'elenco delle stazioni monitorate e i parametri rilevati.

Tab. 160 - Stazioni di monitoraggio qualitativo in continuo dei corpi idrici superficiali

Rete	Sottobacino	Corpo idrico	Località	Proprietario e Gestore	Parametri monitorati
Monitoraggio chimico-fisico dei corpi idrici principali	Medio Tevere	Fiume Tevere	Ponte Nuovo (Deruta)	ARPA Umbria	Temperatura, pH, conducibilità elettrica, ossigeno disciolto
	Chiascio	Fiume Chiascio	Ponte Rosciano (Torgiano)	ARPA Umbria	
	Topino - Marroggia	Fiume Topino	Passaggio di Bettona (Bettona)	ARPA Umbria	
	Trasimeno	Lago Trasimeno	Isola Polvese (Castiglione del Lago)	Provincia Perugia	
	Nera	Lago Piediluco	I Quadri (Terni)	ARPA Umbria	
		Fiume Nera	Nera Montoro (Narni)	ARPA Umbria	Temperatura, pH, conducibilità elettrica, potenziale ossido riduttivo, torbidità, ossigeno disciolto
		Fiume Nera	Piedipaterno (Vallo di Nera)	ARPA Umbria	
		Fiume Campiano	Corone (Preci)	ARPA Umbria	Temperatura, pH, conducibilità elettrica, torbidità, ossigeno disciolto
		Canale Medio Nera	Piediluco (Terni)	ARPA Umbria	
Monitoraggio dei nutrienti	Alto Tevere	Fiume Tevere	Città di Castello	Provincia Perugia	Azoto ammoniacale, azoto nitroso, ortofosfati
			La Bruna (Perugia)	Provincia Perugia	
		Torrente Mussino	Pierantonio (Perugia)	Provincia Perugia	Azoto ammoniacale
	Medio Tevere	Fiume Tevere	Collazzone	Provincia Perugia	Azoto ammoniacale, azoto nitroso, ortofosfati
			Pontecuti (Todi)	Provincia Perugia	
	Trasimeno	Lago Trasimeno	Le Pedate (Passignano sul Trasimeno)	Provincia Perugia	Azoto ammoniacale, Azoto nitrico, ortofosfati
		Canale Anguillara	Panicarola (Castiglione del Lago)	Provincia Perugia	

Fonte: ARPA Umbria

2.2 Le reti di monitoraggio delle acque sotterranee

Nel 1998, nell'ambito del Progetto Interregionale PRISMAS, è stata istituita la rete di monitoraggio in discreto dei principali corpi idrici sotterranei alluvionali e carbonatici della regione. Su tale rete, nel periodo 1998-1999 sono state effettuate campagne di monitoraggio qualitativo e quantitativo a cadenza trimestrale. Con l'emanazione del D.Lgs. 152/99 e sulla base delle indicazioni emerse dal Documento di Aggiornamento del Piano Regionale di Risanamento delle Acque, la rete è stata ottimizzata e adottata come rete regionale di monitoraggio dei corpi idrici sotterranei significativi ai fini della definizione degli obiettivi di qualità ambientale.

All'inizio del 2003 è stato condotto uno studio idrogeologico e idrochimico preliminare dell'acquifero vulcanico orvietano. Lo studio è stato effettuato su una rete di 38 punti dalla quale sono stati selezionati 13 punti di monitoraggio significativi che sono entrati a far parte della rete regionale. A partire dalla primavera 2003, è stato attivato il monitoraggio quali-quantitativo ai sensi del decreto anche su questo corpo idrico.

Nel 2001, inoltre, sono state istituite due reti di monitoraggio quantitativo in continuo dei corpi idrici sotterranei. La prima, che riguarda le principali emergenze puntuali delle strutture carbonatiche e del vulcanico, è costituita di stazioni per la misura in continuo delle portate; la seconda, interessante prevalentemente gli acquiferi alluvionali, è costituita di stazioni per la misura in continuo del livello piezometrico su pozzi e piezometri. Tali reti sono in fase di ampliamento con inserimento di altre stazioni a copertura di settori di acquifero non ancora monitorati.

In Tab. 161 viene presentato il quadro sintetico delle reti di monitoraggio in discreto e in continuo per corpo idrico e per sottobacino.

Tab. 161 - Reti di monitoraggio dei corpi idrici sotterranei significativi

Tipo acquifero	Denominazione Corpo Sotterraneo	Sottobacino	Stazioni di monitoraggio			
			Rete in discreto		Rete in continuo	
			n. stazioni	di cui in ZV	n. punti attivi	n. punti da attivare
Alluvionale freatico	Alta Valle Tevere	Alto Tevere	16	8	2	3
	Conca Eugubina	Alto Tevere	9	4	1	-
		Chiascio	9	2	-	1
	Conca Ternana	Nera	31	-	3	2
	Media Valle Tevere Nord	Alto Tevere	8	-	-	-
	Media Valle Tevere Sud	Alto Tevere	7	6	-	-
		Medio Tevere	22	15	2	1
		Nestore	2	1	-	-
	Valle Umbra	Chiascio	18	7	1	2
		Topino Marroggia	57	32	2	5
Alluvionale in pressione	Cannara (Valle Umbra)	Topino Marroggia	13	2	2	2
Carbonatico	Monte Cucco	Chiascio	1	-	-	3
		Potenza	1	-	1	-
	Monti delle Valli del Topino e Menotre	Topino Marroggia	8	-	5	4
	Monti di Gubbio	Alto Tevere	1	-	1	-
		Chiascio	1	-	-	-
	Monti Martani	Nera	-	-	-	1
	Monti della Valnerina	Nera	4	-	5	1
	Monti di Narni e d'Amelia	Medio Tevere	-	-	1	1
		Nera	-	-	-	1
Vulcanico	Vulcanico Orvietano	Paglia Chiani	13	-	3	-
Totale			221	77	29	27

Fonte: ARPA Umbria

Ai fini della definizione dello Stato Ambientale dei corpi idrici sotterranei significativi l'All. 1 del D.Lgs. 152/99 prevede l'esecuzione di un monitoraggio sistematico e periodico chimico e quantitativo. Per quanto riguarda il monitoraggio quantitativo la norma richiede l'esecuzione di misure piezometriche e di portata delle sorgenti con frequenza mensile o superiore su un numero significativo di punti della rete.

Per il monitoraggio chimico, invece, sono previste campagne semestrali nei periodi di massimo e minimo deflusso delle acque sotterranee, con determinazione di una serie di parametri chimici di base e di inquinanti inorganici e organici selezionati in ragione delle condizioni dell'acquifero, della sua vulnerabilità, dell'uso del suolo e delle attività antropiche caratteristiche del territorio.

Sui punti della rete in discreto vengono eseguite campagne di monitoraggio a cadenza semestrale di tipo qualitativo e quantitativo. Le misure piezometriche semestrali sull'intera rete regionale vanno a completare il monitoraggio quantitativo effettuato attraverso le reti in continuo.

Il monitoraggio qualitativo consiste nella determinazione di alcuni parametri direttamente in campagna, mediante l'utilizzo di un laboratorio mobile, e il prelievo di campioni d'acqua per determinazioni di laboratorio.

In Tab. 162 vengono elencati i parametri chimico fisici e chimici di base determinati sui campioni prelevati, specificando se la determinazione avviene in terreno (T) o in laboratorio (LAB). L'elenco è comprensivo di tutti i parametri chimici di base richiesti dalla legge (All. 1, tab. 19, D.Lgs. 152/99).

Tab. 162 - Parametri chimico – fisici e chimici di base monitorati nei corpi idrici sotterranei significativi

Temperatura (T)	Alcalinità (LAB)	Ortofosfati (LAB)
Conducibilità elettrica (T)	Ione ammonio (LAB)	Potassio (LAB)
Ossigeno disciolto (T)	Nitrati (LAB)	Sodio (LAB)
PH (T)	Calcio (LAB)	Solfati (LAB)
Potenziale RedOx (T)	Cloruri (LAB)	Ferro (LAB)
Bicarbonati (T)	Magnesio (LAB)	Manganese (LAB)

Fonte: ARPA Umbria

Per quanto riguarda i parametri addizionali, in Tab. 163 viene riportato l'elenco delle sostanze o gruppi di sostanze monitorate e la relativa frequenza di campionamento. Maggiori dettagli sono contenuti in Tab. 164 e Tab. 165.

Tab. 163 - Parametri addizionali monitorati nei corpi idrici sotterranei significativi

Sostanze o gruppi di sostanze	Frequenza di monitoraggio
Nitriti	Semestrale
Arsenico, Cadmio, Cromo, Mercurio, Nichel, Piombo, Rame, Selenio, Zinco	Annuale
Antimonio, Bario, Boro	Annuale, a partire dal 2004
Prodotti fitosanitari	Semestrale
Composti organo alogenati volatili	Annuale
Fenoli	Semestrale
Fluoruri	Annuale
IPA	Annuale

Fonte: ARPA Umbria

Nei primi anni dell'attività è stato determinato, su tutti i punti della rete, l'intero set di parametri sopra descritto.

A partire dal 2002, sulla base dei risultati dei primi quattro anni di misure e di considerazioni sulla distribuzione nel territorio delle fonti di emissione degli inquinanti, è stato sospeso il monitoraggio periodico di alcuni gruppi di microinquinanti su alcuni dei corpi idrici in cui non erano mai stati riscontrati valori positivi.

In particolare, nelle stazioni di monitoraggio dell'acquifero alluvionale della Conca Ternana, non vengono più determinati in modo periodico i Prodotti fitosanitari. Una campagna di verifica effettuata nella primavera del 2003 ha dato esito negativo.

Sempre a partire dal 2002 sono state effettuate successive modifiche al set di parametri addizionali, in particolare per quanto riguarda i principi attivi del gruppo dei prodotti fitosanitari e i composti organo alogenati volatili. Questo in funzione dei risultati ottenuti, dell'approfondimento delle conoscenze e della evoluzione delle tecniche analitiche disponibili.

A partire dal 2004 inoltre sono stati inseriti nel set di microinquinanti l'Antimonio, il Bario e il Boro.

Tab. 164 - Monitoraggio dei Prodotti fitosanitari nei corpi idrici sotterranei significativi

Principi attivi	Anni 1998-2001	Anno 2002	Limiti di sensibilità strumentale (2002)	Anni 2003-2004	Limiti di sensibilità strumentale (2003-2004)
α , β Endosulfan	si	si	0,05-0,1	si	0,02
Alaclor	si	si	0,05-0,1	si	0,05
Aldrin	si	si	0,05	si	0,01-0,02
Ametrina	si				
Atrazina	si	si	0,05-0,1	si	0,05
Atrazina desetil	si	si	0,1	si	0,05
Atrazina desisopropil	si	si	0,1	si	0,05
Benfluralin	si			si	
Clordano		si	0,1	si	0,1
ClorProfam	si				
Dieldrin	si	si	0,05	si	0,01-0,05
Endrin		si	0,05	si	0,02-0,05
Eptacoloro	si				
EptaCloroEpOssido	si				
EsaCloroBenzene	si	si	0,05	si	0,02-0,05
Fenclorfos	si				
Forate		si	0,05	si	0,05
γ -esaclorocicloesano		si	0,05	si	0,02-0,05
Lindano	si			si	0,02
Linuron	si	si	0,1	si	0,05-0,1
Malathion	si	si	0,05-0,1	si	0,05
Metobromuron	si	si	0,1	si	0,05-0,1
Metolacolor	si	si	0,05-0,1	si	0,02-0,05
Oxifluorfen	si	si	0,05-0,1	si	0,02-0,05
Parathion Metile	si				
Pendimentalin	si	si	0,05-0,1	si	0,02-0,05
Profam	si				
Prometon	si			si	0,05
Prometrina	si			si	0,05
Propazina	si			si	0,05
Propizamide	si			si	0,02
Simazina	si	si	0,05-0,1	si	0,05
Terbutilazina	si	si	0,05-0,1	si	0,05
Terbutilazina desetil				si	0,05
Terbutrina	si			si	0,05
Trifluralin	si				
Zolfo		si	0,1-0,5	si	0,1-0,5

Fonte: ARPA Umbria

Tab. 165 - Monitoraggio dei Composti organo alogenati volatili nei corpi idrici sotterranei significativi

Composto	Anni 1998-2001	Anno 2002	Limiti di sensibilità strumentale (2002)	Anno 2003	Limiti di sensibilità strumentale (2003)	Anno 2004	Limiti di sensibilità strumentale (2004)
1,1,1- Tricloroetano µg/L	si	si	0,5	si	0,1	si	0,1
1,1,2,2-Tetracloroetano µg/L				si	0,5	si	0,5
1,1,2-Tricloroetano µg/L				si	0,5	si	0,5
-1,1-Dicloroetano µg/L	si			si	0,5	si	0,5
-1,1-Dicloroetilene µg/L				si	0,5	si	0,5
1,2,4-Triclorobenzene µg/L				si	0,5	si	0,5
1,2-Dicloroetano µg/L		si	0,5	si	0,8	si	0,5
-1,2-Dicloropropano µg/L						si	0,5
1,2-Diclororobenzene µg/L				si	0,5-0,8	si	0,8
-1,4-Diclororobenzene µg/L				si	0,5-0,8	si	0,8
2,2 DiCloroPropano µg/L	si						
Bromodiclorometano µg/L		si	0,5	si	0,1	si	0,1
Bromoformio µg/L	si	si	0,5	si	0,8	si	0,5
Carbonio Tetracloruro µg/L	si	si	0,5	si	0,1	si	0,1
Cloroetano µg/L		si	0,5	si	0,1	si	0,1
Cloroformio µg/L	si	si	0,5	si	0,1	si	0,1
Dibromoclorometano µg/L	si	si	0,5	si	0,5	si	0,5
Dibromoetilene µg/L				si	0,5	si	0,5
Dibromometano µg/L	si	si	0,5	si	0,5	si	0,5
DiclorobromoMetano µg/L	si						
Diclorometano µg/L		si	0,5	si	0,5	si	0,5
Tetracloroetilene µg/L	si	si	0,5	si	0,1	si	0,1
Triclorobenzene µg/L				si	0,1	si	0,1
Tricloroetilene µg/L		si	0,5				

Fonte: ARPA Umbria

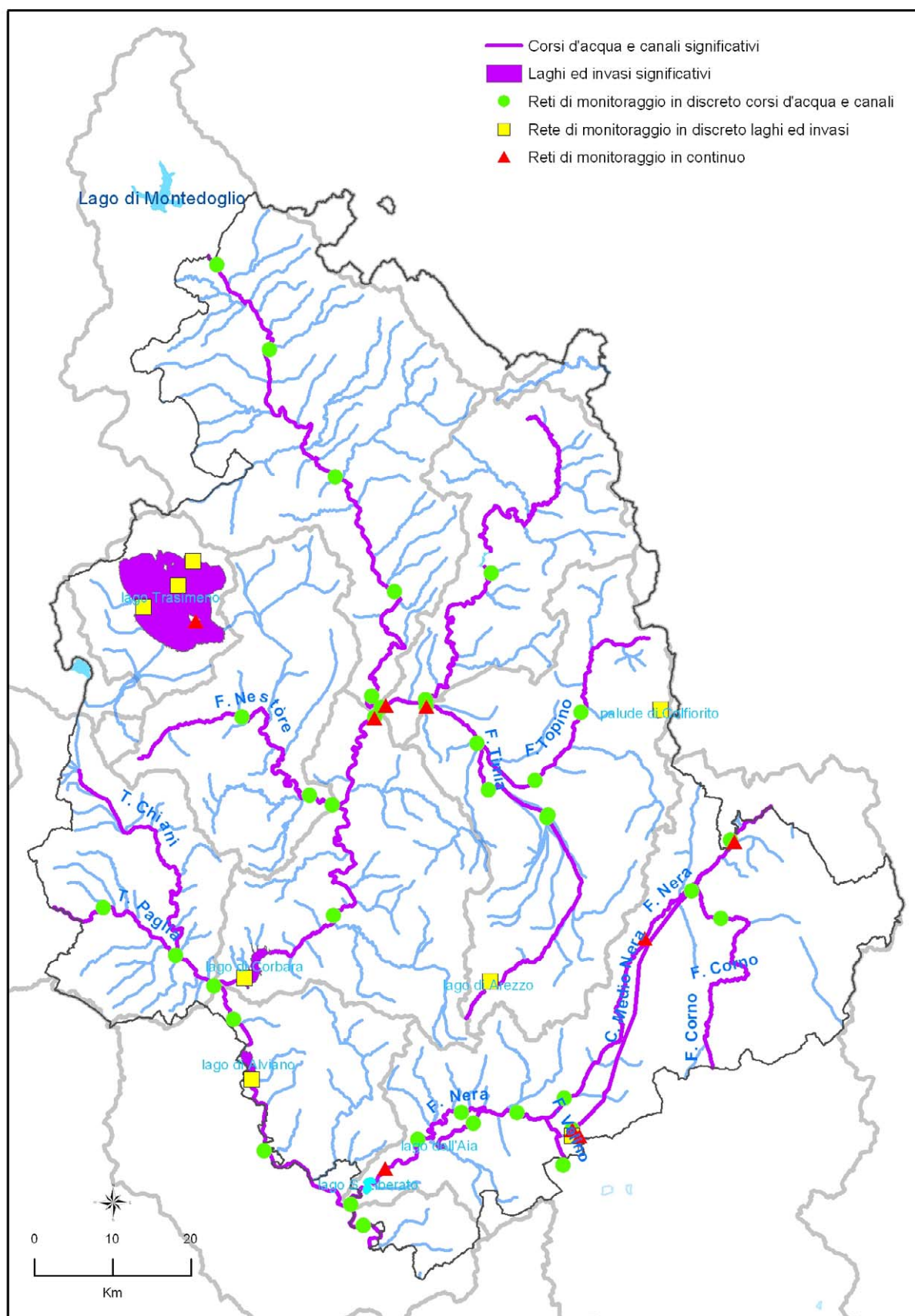


Fig. 60 - Corpi idrici superficiali significativi e reti di monitoraggio

Fonte: ARPA Umbria

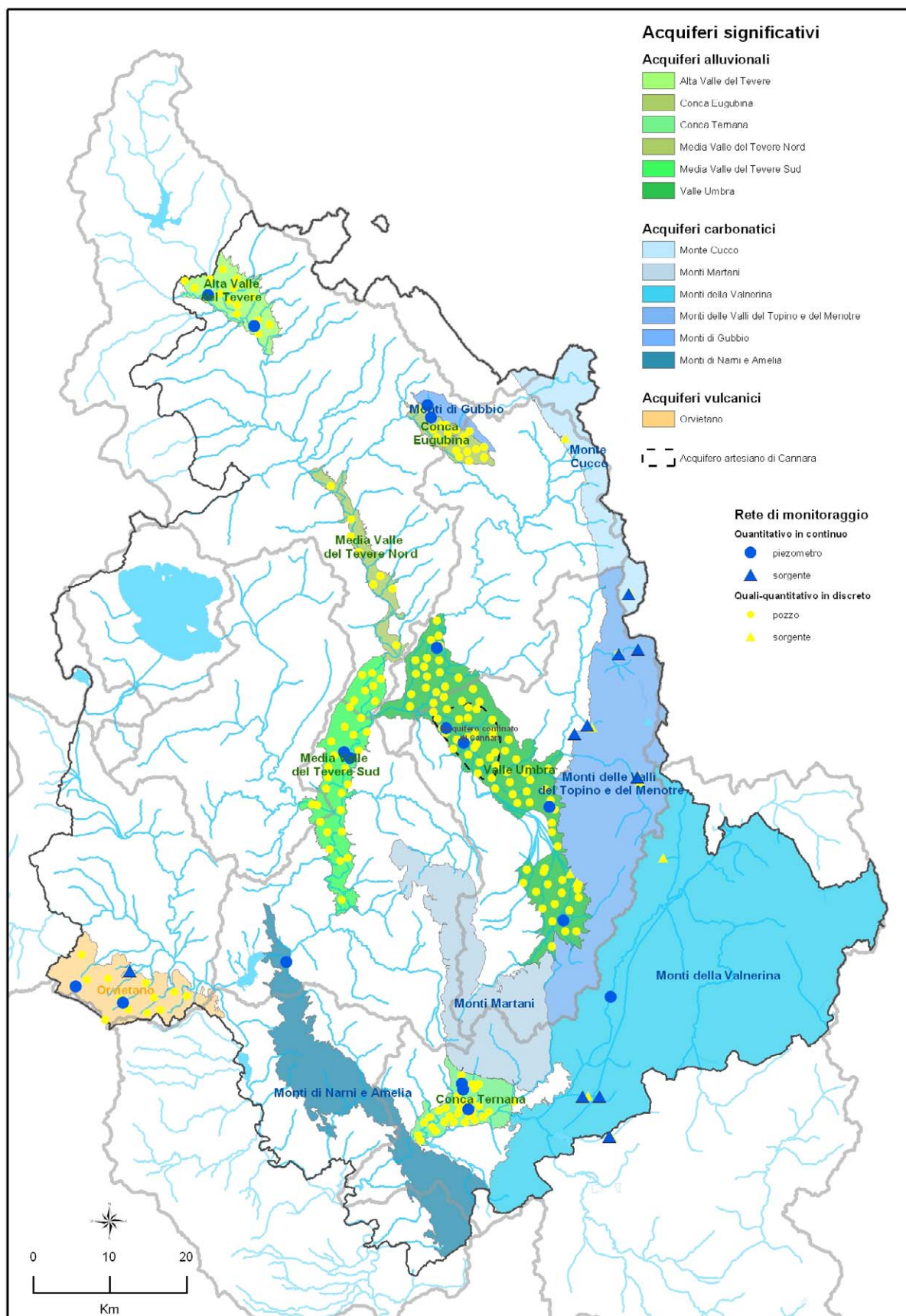


Fig. 61 – Corpi idrici sotterranei significativi e reti di monitoraggio

Fonte: ARPA Umbria

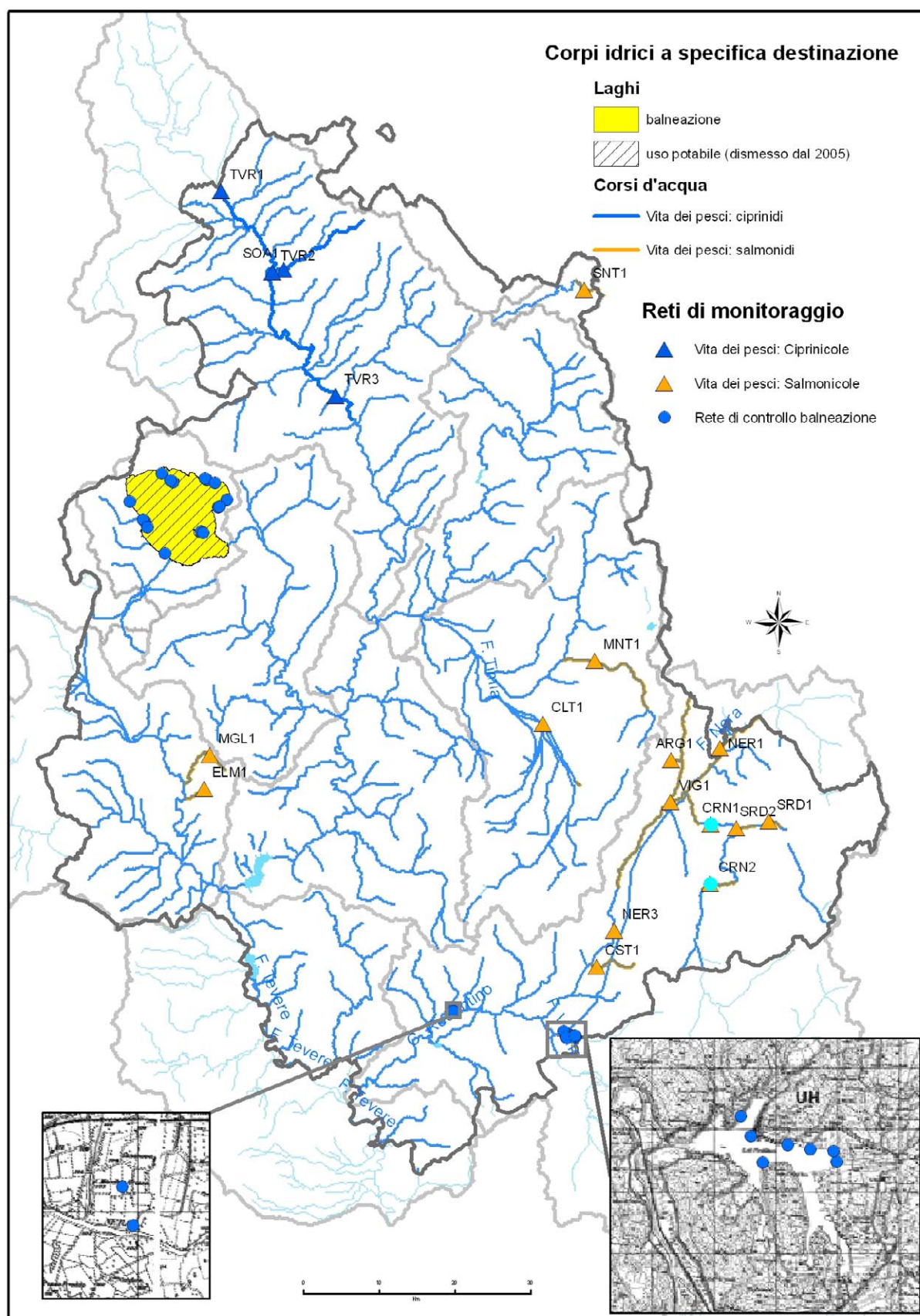


Fig. 62 - Corpi idrici superficiali a specifica destinazione e reti di monitoraggio

Fonte: ARPA Umbria

3 LA CLASSIFICAZIONE DI QUALITÀ AMBIENTALE E PER SPECIFICA DESTINAZIONE DEI CORPI IDRICI

Nei paragrafi seguenti viene presentata la classificazione dei corpi idrici superficiali e sotterranei ai sensi del D.Lgs. 152/99, il quale individuava gli indicatori e gli indici necessari per la definizione dello stato ambientale dei corpi idrici significativi e per la verifica della conformità delle acque a specifica destinazione. La classificazione è stata elaborata sulla base dei dati di monitoraggio del periodo 2002-2003 per i corsi d'acqua, 2004 per i laghi, 2002-2004 per le acque sotterranee.

Tale classificazione costituisce una sintesi del quadro conoscitivo sullo stato di qualità delle acque superficiali e sotterranee rispetto al quale è stato valutato il raggiungimento degli obiettivi di qualità ambientale fissati dal decreto.

Va comunque evidenziato che a seguito dell'entrata in vigore del D.Lgs. 152/06, che recepisce i contenuti della Direttiva 2000/60/CE, la classificazione effettuata necessita di una revisione che verrà svolta secondo i disposti della nuova disciplina.

3.1 La classificazione dei corsi d'acqua

Lo *stato di qualità ambientale* viene definito sulla base dello *stato ecologico* e dello *stato chimico* del corpo idrico.

Lo *stato ecologico* rappresenta l'espressione della complessità e integrità dell'ecosistema acquatico, alla cui definizione contribuiscono sia i parametri di base, relativi allo stato trofico e al bilancio dell'ossigeno, sia la composizione della comunità macrobentonica espressa dal valore dell'Indice Biotico Esteso. In particolare, tra i parametri chimico fisici e microbiologici di base, vengono indicati i parametri macrodescrittori da utilizzare per il calcolo del Livello di Inquinamento dei Macrodescrittori (L.I.M.), che si ottiene sommando i punteggi relativi a tali parametri, considerando il 75° percentile della serie di dati.

Per il calcolo del valore di IBE, il decreto prevede di effettuare la media dei singoli valori rilevati durante l'anno nelle quattro campagne di misura, che possono essere distribuite stagionalmente o in funzione del regime idrologico del corso d'acqua indagato.

Il risultato peggiore tra quelli derivati dalle valutazioni relative ad I.B.E. e L.I.M. esprime la classe di *stato ecologico* da attribuire alla sezione in esame e al tratto di corso d'acqua da essa rappresentato.

Tab. 166 - Definizione dello Stato Ecologico per i corsi d'acqua significativi

	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5
IBE	≥ 10	8-9	6-7	4-5	1-2-3
LIM	480-560	240-475	120-235	60-115	<60

Fonte: D.Lgs. 152/99

Lo stato ecologico è stato determinato per tutte le stazioni della rete di monitoraggio, con alcune eccezioni.

Per la stazione di Orte, sul fiume Nera, infatti, attiva a partire dall'anno 2003, non è stato possibile effettuare le elaborazioni richieste dalla normativa in quanto non si dispone di un numero di dati sufficiente. Per i canali artificiali Medio Nera e Recentino, invece, le caratteristiche morfologiche dei due corpi idrici non consentono la determinazione di IBE e di conseguenza la definizione dello stato ecologico.

Le stazioni sui fiumi Marroggia e Teverone, la stazione di Torgiano sul fiume Tevere e quella a monte di Narni sul fiume Nera, sono state inserite nella rete di monitoraggio a partire da giugno-luglio 2002. la serie di dati quindi non è completa, tuttavia consente una prima valutazione dello stato ecologico, che, tra l'altro, viene confermata dai dati del 2004. In Tab. 168, pertanto, viene presentato lo stato relativo anche a queste stazioni.

Lo *stato chimico* viene definito in base alla presenza di microinquinanti ovvero di sostanze chimiche pericolose indicate nell'Al. 1 del decreto.

In Umbria, non essendo mai stata rilevata la presenza di tali sostanze o gruppi di sostanze nei monitoraggi effettuati precedentemente all'entrata in vigore del D.Lgs. 152/99, si è scelto di ricercare i principali inquinanti chimici solo su 5 delle stazioni della rete, selezionate in relazione alle criticità conseguenti all'uso del territorio. Per queste stazioni non è mai stato registrato il superamento dei valori soglia previsti dalla direttiva 76/464/CEE.

Al fine della attribuzione dello stato di qualità ambientale del corso d'acqua, i dati relativi allo stato ecologico vengono rapportati con i dati relativi alla presenza degli inquinanti chimici, secondo lo schema riportato in Tab. 167.

Tab. 167 - Definizione dello Stato di qualità Ambientale per i corsi d'acqua significativi

Stato Ecologico ⇨	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5
Concentrazione inquinanti di cui alla Tabella 1					
≤ Valore Soglia	ELEVATO	BUONO	SUFFICIENTE	SCADENTE	PESSIMO
> Valore Soglia	SCADENTE	SCADENTE	SCADENTE	SCADENTE	PESSIMO

Fonte: D.Lgs. 152/99 e s.m.i.

Secondo la procedura descritta, ad ogni stazione della rete di monitoraggio regionale, con le eccezioni sopra indicate, viene associato, per l'anno 2002-2003, uno stato di Qualità Ambientale (SACA).

Tab. 168 - Stato di qualità ambientale dei corsi d'acqua naturali e artificiali significativi (periodo 2002-2003)

Sottobacino	Corpo idrico	Codice Stazione	Localizzazione	L.I.M.	I.B.E.	S.E.C.A.	S.A.C.A.
Alto Tevere	Tevere	TVR1	Inizio tratto umbro - Pistrino	Livello 2	7	Classe 3	Sufficiente
		TVR2	A valle di Città di Castello - S. Lucia	Livello 3	7	Classe 3	Sufficiente
		TVR3	A valle di Umbertide - Montecorona	Livello 3	7	Classe 3	Sufficiente
		TVR4	Ponte Felcino	Livello 3	6	Classe 3	Sufficiente
		TVR6	A monte confluenza Chiascio - Torgiano	Livello 3	7	Classe 3	Sufficiente
Medio Tevere	Tevere	TVR5	A valle confluenza Chiascio - Ponte Nuovo	Livello 3	7	Classe 3	Sufficiente
	Tevere	TVR7	A monte del lago di Corbara - Pontecuti	Livello 3	6	Classe 3	Sufficiente
Basso Tevere	Tevere	TVR8	A valle confluenza Paglia - Baschi	Livello 3	7	Classe 3	Sufficiente
	Tevere	TVR9	A valle del Lago di Alviano - Attigliano	Livello 3	8	Classe 3	Sufficiente
	Tevere	TVR10	A valle confluenza Nera - Orte	Livello 2	6	Classe 3	Sufficiente
Chiascio	Chiascio	CHS1	A valle del lago di Valfabbrica	Livello 2	7	Classe 3	Sufficiente
	Chiascio	CHS2	A monte confluenza Topino - Ponte Rosciano	Livello 3	6	Classe 3	Sufficiente
	Chiascio	CHS3	A monte confluenza Tevere - Ponte Nuovo	Livello 3	6	Classe 3	Sufficiente
Topino-Marroggia	Topino	TOP1	A monte Foligno - Capodacqua	Livello 2	9	Classe 2	Buono
	Topino	TOP2	A valle Foligno - Corvia	Livello 2	7	Classe 3	Sufficiente
	Topino	TOP3	A monte confluenza Chiascio - Passaggio Bettona	Livello 3	7	Classe 3	Sufficiente
	Clitunno	CLT2	Casco dell'Acqua	Livello 2	8	Classe 2	Buono
	Marroggia	MAR1	Casco dell'Acqua	Livello 5	5	Classe 5	Pessimo
	Teverone	TVN1	A monte confluenza Clitunno - Bevagna	Livello 4	8	Classe 4	Scadente
Nestore	Timia	TIM1	A monte confluenza Topino - Cannara	Livello 3	7	Classe 3	Sufficiente
	Nestore	NES1	A monte di Marsciano	Livello 4	6	Classe 4	Scadente
	Nestore	NES2	A monte confluenza Tevere	Livello 4	5	Classe 4	Scadente
Paglia-Chiani	Chiani	CHN1	A monte confluenza Paglia - Ciconia	Livello 2	7	Classe 3	Sufficiente
	Paglia	PGL1	Inizio tratto umbro - Allerona Fonti di Tiberio	Livello 2	7	Classe 3	Sufficiente
	Paglia	PGL2	A monte confluenza Tevere - Orvieto	Livello 3	7	Classe 3	Sufficiente
Nera	Nera	NER1	Inizio tratto umbro - Pontechiusita	Livello 2	8	Classe 2	Buono
	Nera	NER2	A valle confluenza Corno - Borgo Cerreto	Livello 2	8	Classe 2	Buono
	Nera	NER4	A monte confluenza Velino - Casteldilago	Livello 2	9	Classe 2	Buono
	Nera	NER5	A monte di Terni - Pentima	Livello 2	7	Classe 3	Sufficiente
	Nera	NER6	A valle di Terni - Maratta	Livello 3	6	Classe 3	Sufficiente
	Nera	NER7	A monte di Narni - Ponte D'Augusto	Livello 3	6	Classe 3	Sufficiente
	Nera	NER8	A monte confluenza Tevere - Orte				N.D.
	Corno	CRN2	A monte confluenza Nera - Balza Tagliata	Livello 3	8	Classe 3	Sufficiente
	Velino	VEL1	Greccio - località Piè di Moggio				N.D.
	Canale Medio Nera	CMN1	A monte confluenza lago di Piediluco				N.D.
	Canale Recentino	CRC1	Ponte Strada Statale Flaminia				N.D.

Fonte: ARPA Umbria

Lo stato di qualità ambientale determinato per singola stazione è stato attribuito al tratto di corpo idrico rappresentato dalla stazione stessa come mostrato in Fig. 63. In genere le stazioni, in conformità ai criteri dettati dalla norma, sono localizzate alla chiusura dei bacini idrografici; pertanto ben rappresentano la qualità del tratto terminale dei corsi d'acqua. La conoscenza della distribuzione del carico antropico sul territorio ha indotto, in alcuni casi, a non ritenere le stazioni rappresentative dell'intero corso d'acqua. In considerazione di ciò, in Fig. 63 per alcuni corsi d'acqua lo stato di qualità ambientale di alcuni tratti viene rappresentato con un tratteggio.

3.1.1 Lo stato di qualità ambientale del fiume Tevere

La qualità ambientale del fiume Tevere viene definita in base ai risultati analitici di 10 stazioni di monitoraggio localizzate lungo tutta l'asta principale e così distribuite nei tre sottobacini: quattro stazioni nell'Alto Tevere (di cui la prima all'inizio del tratto umbro), due nel Medio Tevere (a valle della confluenza rispettivamente con i fiumi Chiascio e Nestore) e tre nel Basso Tevere (di cui l'ultima è localizzata a valle della confluenza del fiume Nera e rappresenta la chiusura della porzione umbra del bacino). Per quanto riguarda le stazioni di monitoraggio del Basso Tevere, è necessario specificare che la stazione di Baschi (TVR8) è localizzata nel tratto di Tevere compreso tra la confluenza del F. Paglia e il canale di restituzione della Centrale Idroelettrica di Baschi che utilizza le acque derivate dal Lago di Corbara. In questo tratto il deflusso è dovuto prevalentemente al contributo del F. Paglia e solo per una frazione minore, associata al rilascio della diga, alle acque del fiume Tevere. Per questo motivo la stazione maggiormente rappresentativa del Basso Tevere è da considerarsi quella di Attigliano (TVR9) localizzata a valle di Alviano.

Tutto il fiume Tevere viene classificato, per il periodo 2002-2003, con uno stato di qualità ambientale sufficiente. In generale, il parametro che presenta i valori più critici in tutti i punti di prelievo è l'*Escherichia coli*. Solo a valle dell'invaso di Alviano, nel sottobacino Basso Tevere, si osserva un leggero miglioramento del parametro microbiologico.

Il fosforo totale, invece, peggiora notevolmente a partire dalle stazioni localizzate nel sottobacino del Medio Tevere, e più precisamente nelle stazioni a valle della confluenza con il fiume Chiascio e a valle dell'ingresso del fiume Nestore. La situazione migliora nella stazione a valle della confluenza con il fiume Paglia, come visto poco rappresentativa della qualità delle acque del Tevere, per poi peggiorare di nuovo presso la stazione di Attigliano, senza però raggiungere la criticità del tratto Medio Tevere, che risulta il più compromesso per questo parametro.

Il BOD₅ presenta un andamento analogo a quello del fosforo totale.

Il peggioramento della qualità delle acque nel tratto Medio Tevere, evidenziato dai parametri BOD₅ e fosforo, è solo in parte da imputare al contributo del fiume Chiascio; i primi dati del monitoraggio effettuato a partire dal 2002 presso la stazione di Torgiano, localizzata sul fiume Tevere subito a monte della confluenza, infatti hanno evidenziato un significativo contributo di carico inquinante legato all'area del Perugino.

I parametri COD, NH₄ e NO₃ presentano, lungo tutta l'asta principale, un andamento piuttosto stabile, con concentrazioni quasi sempre compatibili con un terzo livello L.I.M.

Nel complesso, le uniche due stazioni che presentano un L.I.M. 2 sono quelle localizzate all'inizio del tratto umbro e a valle della confluenza con il fiume Nera. Quest'ultima presenta un buon livello qualitativo per tutti i parametri analizzati, dovuto all'influenza positiva dell'ingresso del corso d'acqua nel fiume Tevere. Tutte le altre stazioni sono caratterizzate da un L.I.M. 3.

Per quanto riguarda l'Indice Biotico Esteso, l'insieme dei dati mostra come le comunità riscontrate nei vari punti del Tevere siano, di solito, tipiche di una terza classe di qualità (ambiente inquinato o comunque alterato). Ciò condiziona la definizione dello stato ecologico anche per le due stazioni con L.I.M. 2, che vengono pertanto classificate con uno stato sufficiente. L'unica eccezione è data dalla stazione di Attigliano dove l'IBE assume valore pari a 8, tipico di una seconda classe di qualità (ambiente con moderati sintomi di inquinamento o di alterazione) e lo stato ambientale sufficiente è determinato dal L.I.M..

Osservando i dati relativi al periodo 1997-2003, si evidenzia come nelle stazioni Ponte Felcino per l'Alto Tevere, Pontecuti per il Medio Tevere e Orte per il Basso Tevere, lo stato ecologico sia migliorato nel tempo. Nelle ultime due stazioni, in particolare, questo è dovuto al miglioramento del valore di I.B.E.

3.1.2 Lo stato di qualità ambientale del fiume Chiascio

La qualità ambientale del fiume Chiascio viene definita in base ai risultati analitici di 3 stazioni di monitoraggio di cui la prima posizionata a valle della diga di Valfabbrica, la seconda a monte della confluenza con il fiume Topino e la terza a monte della confluenza con il fiume Tevere. Tutto il tratto monitorato viene classificato, per il periodo 2002-2003, con uno stato di qualità ambientale sufficiente.

Tra i macrodescrittori, i parametri critici sono rappresentati da *Escherichia coli*, nitrati e COD per tutte e tre le stazioni e da fosforo totale e azoto ammoniacale per le due stazioni localizzate più a valle. In particolare, la stazione posizionata a valle della confluenza con il fiume Topino, risente fortemente dell'apporto inquinante di quest'ultimo. Infatti, pur rimanendo il L.I.M. complessivo pari a 3 come nella stazione a monte della confluenza, i parametri azoto ammoniacale e fosforo totale subiscono un sensibile peggioramento. Nella stazione di chiusura del bacino il punteggio L.I.M. è molto vicino alla soglia tra livello 3 e livello 4. Il superamento di tale soglia determinerebbe la classificazione del tratto come "scadente".

La comunità di macroinvertebrati rilevata è tipica, lungo tutto il tratto monitorato, di una terza classe di qualità (ambiente inquinato o comunque alterato).

Anche considerando i dati relativi ai monitoraggi precedenti (dal 1997 ad oggi), la stazione che presenta le migliori caratteristiche qualitative è quella di Valfabbrica, a valle del Lago omonimo; lo stato peggiora gradualmente più a valle.

3.1.3 Lo stato di qualità ambientale del fiume Topino

La qualità ambientale del fiume Topino, affluente in sinistra idrografica del fiume Chiascio, viene definita in base ai risultati analitici di 3 stazioni di monitoraggio localizzate una a monte dell'abitato di Foligno, una a valle dello stesso centro urbano e, l'ultima, a monte della confluenza con il fiume Chiascio dopo l'ingresso del fiume Timia.

Il tratto a monte di Foligno viene classificato, per il periodo 2002-2003, con uno stato di qualità ambientale buono, mentre il tratto a valle, fino alla confluenza con il fiume Chiascio, viene classificato sufficiente.

Tra le stazioni a monte e a valle di Foligno si osserva un aumento del COD e, in minore misura di *Escherichia coli*, mentre gli altri parametri rimangono sostanzialmente stabili.

Un ben più evidente peggioramento della qualità delle acque si ha nel tratto successivo. Tra le due stazioni che lo delimitano infatti si osserva un forte aumento della concentrazione del fosforo totale, che passa da valori compatibili con un livello 1 a valori compatibili con un livello 5, del BOD₅, dell'azoto ammoniacale e dell' *Escherichia coli*.

In questo tratto si verifica l'immissione del Timia che porta nel Topino tutto il carico inquinante del bacino del sistema Timia Marroggia.

Anche per questo corso d'acqua, nella stazione di chiusura il punteggio L.I.M. è molto vicino alla soglia tra livello 3 e livello 4. Il superamento di tale soglia determinerebbe la classificazione del tratto come "scadente".

Per quanto riguarda l'Indice Biotico Esteso, l'insieme dei dati mostra come solo la comunità riscontrata nel tratto a monte dell'abitato di Foligno presenta una buona e diversificata struttura, tanto da ricadere in una seconda classe di qualità (ambiente con moderati sintomi di inquinamento o alterazione).

Le due stazioni più a valle, al contrario, sono caratterizzate da una comunità tipica di una terza classe di qualità (ambiente inquinato o comunque alterato). Nella stazione a valle di Foligno, in particolare, il dato I.B.E. condiziona la definizione dello stato ecologico, discostandosi dal punteggio dei macrodescrittori che individua invece una buona qualità chimica delle acque.

Sulla base dei dati relativi al periodo 1997-2003, si osserva come la stazione localizzata a valle dell'abitato di Foligno presenti, a partire dall'anno 2001, un netto peggioramento dell'Indice Biotico Esteso, che passa da un valore 10 (ambiente non inquinato o comunque non alterato in modo sensibile) ad un valore 7, declassando il tratto monitorato da uno stato ecologico buono a uno sufficiente. Le altre due stazioni non presentano variazioni qualitative nel corso degli anni.

3.1.4 Lo stato di qualità ambientale del torrente Marroggia

Con la denominazione Marroggia viene indicato il tratto del sistema Timia-Teverone-Marroggia che va dall'origine fino alla confluenza del fosso Tatarena in località Casco dell'Acqua, nel Comune di Trevi. La qualità ambientale del torrente viene definita in base ai risultati analitici di una sola stazione, collocata alla chiusura di questo tratto fluviale. Il suo stato di qualità ambientale, per il periodo 2002-2003, risulta essere pessimo.

Tutti i parametri, infatti, ad eccezione dell'azoto nitrico, presentano valori estremamente critici, risultando quasi sempre compatibili con un livello 5 del L.I.M.

Anche il dato relativo all'Indice Biotico Esteso riflette una condizione dell'ecosistema acquatico piuttosto compromessa, classificando il tratto come "ambiente molto inquinato o comunque molto alterato".

Per il torrente Marroggia non esistono dati storici di lungo periodo; il punto di campionamento, infatti, è stato attivato solo in tempi recenti.

3.1.5 Lo stato di qualità ambientale del torrente Teverone

Con la denominazione Teverone viene indicato il tratto del sistema Timia–Teverone-Marroggia che va dalla confluenza del fosso Tatarena e la confluenza del torrente Clitunno presso Bevagna. La sua qualità ambientale viene definita in base ai risultati analitici di una stazione di campionamento, localizzata alla chiusura del tratto, e risulta essere, per il periodo 2002-2003, scadente.

Ad eccezione dei parametri BOD₅ e azoto nitrico, le cui concentrazioni risultano compatibili con un livello 3 del L.I.M., tutti gli altri macrodescrittori presentano valori estremamente critici. In particolare, molto elevate risultano le concentrazioni di fosforo totale (livello 5 del L.I.M.).

Per quanto riguarda la comunità macrobentonica, il valore dell'I.B.E. rilevato corrisponde ad un ambiente con moderati sintomi di inquinamento o alterazione, contrastando quindi fortemente con quanto evidenziato dai parametri chimici.

Per il torrente Teverone non esistono dati storici di lungo periodo; il punto di campionamento, infatti, è stato attivato solo in tempi recenti.

3.1.6 Lo stato di qualità ambientale del fiume Timia

Con la denominazione Timia viene indicato il tratto finale del sistema Timia–Teverone-Marroggia che va dalla confluenza del torrente Clitunno alla confluenza con il fiume Topino. La qualità ambientale del Timia viene definita in base ai risultati analitici di una stazione collocata alla chiusura del bacino del sistema nel comune di Cannara. Il tratto viene classificato, per il periodo 2002-2003, con uno stato di qualità ambientale sufficiente. Il miglioramento della qualità delle acque è senza dubbio da imputare all'immissione del torrente Clitunno. Il monitoraggio di questo torrente, non dichiarato significativo ma di rilevanza ambientale, ha evidenziato uno stato di qualità ambientale buono.

Tuttavia il punteggio L.I.M. della stazione sul Timia è molto vicino alla soglia tra livello 3 e livello 4. Il superamento di tale soglia determinerebbe la classificazione anche di questo tratto come “scadente”.

Tutti i parametri macrodescrittori migliorano rispetto alla stazione del Teverone ma rimangono critici il fosforo totale e, in misura minore, l'*Escherichia coli* e l'azoto ammoniacale.

Anche il valore dell'Indice Biotico Esteso classifica il tratto monitorato in una terza classe di qualità (ambiente inquinato o comunque alterato), riflettendo quanto evidenziato con i parametri chimici.

Considerando i dati relativi ai monitoraggi precedenti (dal 1997 ad oggi), la stazione localizzata sul fiume Timia mostra un miglioramento della qualità delle acque da un punto di vista chimico a partire dall'anno 2001, con il passaggio da un L.I.M. 4, che classificava il tratto con uno stato ecologico “scadente”, ad un L.I.M. 3, “sufficiente”.

3.1.7 Lo stato di qualità ambientale del fiume Nestore

La qualità ambientale del fiume Nestore viene definita in base ai risultati analitici di due stazioni di campionamento, localizzate, rispettivamente, a monte dell'abitato di Marsciano e a valle dello stesso, prima della confluenza con il fiume Tevere. Ambedue le stazioni sono rappresentative del tratto terminale del corso d'acqua.

In base a questi dati viene classificato, per il periodo 2002-2003, con uno stato di qualità ambientale scadente.

Le due stazioni, infatti, mostrano valori critici per tutti i parametri macrodescrittori, ad eccezione dell'ossigeno disciolto e dei nitrati. Altissime sono le concentrazioni di COD, Fosforo Totale ed *Escherichia coli* e elevate anche quelle di BOD₅ e azoto ammoniacale.

Tra la stazione a monte e quella a valle di Marsciano non si evidenziano grandi variazioni (solo la percentuale di saturazione dell'ossigeno disciolto mostra un miglioramento nella stazione più a valle) indicando che il deterioramento della qualità delle acque si verifica già a monte dell'abitato.

Per quanto riguarda la comunità macrobentonica, nella stazione a monte di Marsciano il valore dell'Indice Biotico Esteso, pur classificando il tratto in una terza classe di qualità (ambiente inquinato o comunque alterato), sembra mostrare, da un punto di vista biologico, una qualità delle acque leggermente migliore di quella evidenziata dai macrodescrittori. Per la stazione in chiusura di bacino, invece, il dato I.B.E. riflette una condizione dell'ecosistema acquatico piuttosto critica, classificando il tratto come “ambiente molto inquinato o comunque molto alterato”.

Anche considerando i dati relativi ai monitoraggi precedenti (dal 1997 ad oggi), non si osservano variazioni nella qualità delle acque del fiume Nestore, che viene sempre classificato con uno stato ambientale scadente.

3.1.8 Lo stato di qualità ambientale del fiume Paglia

La qualità ambientale del fiume Paglia viene definita in base ai risultati analitici di due stazioni, collocate, la prima, nel comune di Allerona, all'inizio del tratto umbro e la seconda a monte della confluenza con il fiume Tevere, in chiusura di bacino.

Tutto il tratto monitorato viene classificato, per il periodo 2002-2003, con uno stato di qualità ambientale sufficiente.

La stazione più a monte presenta una discreta qualità delle acque da un punto di vista chimico; il punteggio raggiunto dai macrodescrittori, infatti, determina un livello 2 del L.I.M. I punteggi più bassi sono determinati dai parametri COD, azoto ammoniacale e azoto nitrico.

La stazione a monte della confluenza con il fiume Tevere presenta una qualità delle acque peggiore.

Tra le due stazioni si osserva infatti un sensibile aumento dell' *Escherichia coli* che passa da valori compatibili con un livello 2 a valori compatibili con un livello 4, e un aumento più ridotto della concentrazione di BOD₅. Si osserva anche un incremento della concentrazione di fosforo che tuttavia si mantiene compatibile con un livello 2 del L.I.M.

La comunità macrobentonica riscontrata in tutti e due i tratti monitorati è tipica di una terza classe di qualità (ambiente inquinato o comunque alterato), condizionando quindi la definizione dello stato ecologico anche per la stazione più a monte.

Sulla base dei dati relativi al periodo 1997-2003, si osserva come, a partire dall'anno 2001, l'Indice Biotico Esteso peggiori nella stazione localizzata all'inizio del tratto umbro, passando da una seconda ad una terza classe di qualità. Il L.I.M., al contrario, migliora, passando da un terzo ad un secondo livello. Lo stato ecologico, tuttavia, non subisce variazioni. La stazione a monte della confluenza con il fiume Tevere, invece, non presenta cambiamenti dal punto di vista qualitativo nel corso degli anni.

3.1.9 Lo stato di qualità ambientale del fiume Chiani

La qualità ambientale del fiume Chiani viene definita in base ai risultati analitici di una stazione, collocata in chiusura di bacino, a monte della confluenza con il fiume Paglia.

Il tratto monitorato viene classificato, per il periodo 2002-2003, con uno stato di qualità ambientale sufficiente.

Dal punto di vista chimico, il fiume Chiani presenta una discreta qualità delle acque dal momento che nessun parametro assume un punteggio inferiore ad un terzo livello L.I.M.

Il valore dell'Indice Biotico Esteso, al contrario, mostra segni di sofferenza della comunità macrobentonica, classificando il tratto in una terza classe di qualità (ambiente inquinato o comunque alterato) e condizionando la definizione dello stato ecologico.

Sulla base dei dati relativi al periodo 1997-2003, si osserva come, a partire dall'anno 2001, l'Indice Biotico Esteso peggiori nel tempo, passando da una seconda classe di qualità ad una terza classe di qualità. Il L.I.M., al contrario, migliora, passando da un terzo ad un secondo livello, anche se lo stato ecologico, complessivamente, non subisce variazioni.

3.1.10 Lo stato di qualità ambientale del fiume Nera

La qualità ambientale del fiume Nera viene definita in base ai risultati analitici di sei stazioni. Le prime tre, collocate, la prima, in località Pontechiusita, all'inizio del tratto umbro, la seconda a valle della confluenza con il fiume Corno, la terza a monte della confluenza del fiume Velino, sono rappresentative del tratto montano del corso d'acqua. Le altre, collocate rispettivamente a monte e a valle della città di Terni e a monte di Narni, rappresentano il tratto medio del fiume. La stazione di Orte, a monte della confluenza con il Tevere e quindi rappresentativa del tratto terminale, è attiva da un periodo di tempo non sufficiente per la definizione della qualità ambientale.

Nel suo tratto montano, il Nera viene classificato, per il periodo 2002-2003, con uno stato di qualità ambientale buono. Il tratto più a valle, invece, è caratterizzato da uno stato di qualità sufficiente.

Per quanto riguarda i parametri macrodescrittori, le tre stazioni del tratto montano presentano valori sempre compatibili con un livello pari a 1 e 2 ad eccezione del parametro *Escherichia coli* nella stazione più a valle. Il L.I.M. complessivo per tutte le stazioni è pari a 2.

La prima stazione del tratto medio, a monte dell'abitato di Terni, mantiene, per i macrodescrittori, caratteristiche simili a quelle del tratto montano. La stazione localizzata a valle della città presenta, invece, un netto peggioramento di quasi tutti i parametri, ad eccezione di nitrati e fosforo totale. Tale peggioramento risulta particolarmente evidente per l'ossigeno disciolto, la cui concentrazione passa da valori compatibili con un livello 1 a concentrazioni compatibili con un livello 4 del L.I.M.

Infine, nella stazione a monte di Narni si osserva un lieve miglioramento per quanto riguarda i parametri ossigeno disciolto, BOD₅ ed azoto ammoniacale, ed un incremento invece delle concentrazioni di nitrati e fosforo totale. Il L.I.M. complessivo per entrambe le stazioni è comunque pari a 3.

I valori di I.B.E. relativi alle prime tre stazioni indicano la presenza di una comunità macrobentonica ben strutturata e diversificata, confermando un buono stato qualitativo delle acque. Le stazioni più a valle, invece, presentano una comunità tipica di un “ambiente inquinato o comunque alterato”. Nella stazione a valle della confluenza con il fiume Velino, in particolare, il dato I.B.E. condiziona la definizione dello stato ecologico.

Considerando i dati relativi ai monitoraggi precedenti (dal 1997 ad oggi), solo la stazione a monte della confluenza con il fiume Velino presenta, a partire dal 2001, un miglioramento della qualità chimica delle acque, che determina il passaggio da uno stato ecologico sufficiente ad uno buono. Per le altre stazioni non si osservano variazioni di rilievo.

3.1.11 Lo stato di qualità ambientale del fiume Corno

La qualità ambientale del fiume Corno viene definita in base ai risultati analitici di una stazione, collocata a monte della confluenza con il fiume Nera, in località Balza Tagliata.

Il tratto monitorato viene classificato, per il periodo 2002-2003, con uno stato di qualità ambientale sufficiente.

Da un punto di vista chimico, il L.I.M. complessivo risulta pari a 3. Il parametro maggiormente critico è rappresentato dall'ossigeno disciolto, la cui concentrazione risulta compatibile con un livello 4 del L.I.M. Anche BOD₅ e azoto ammoniacale presentano concentrazioni piuttosto elevate, pur mantenendosi compatibili con un livello 3.

Il valore dell'Indice Biotico Esteso, al contrario, è rappresentativo di una migliore qualità delle acque, classificando il tratto come “ambiente con moderati sintomi di inquinamento o alterazione”.

Sulla base dei dati relativi al periodo 1997-2003, si osserva come, a partire dall'anno 2001, la qualità chimica delle acque peggiori nel tempo, passando da un livello 2 ad un livello 3 del L.I.M. e determinando quindi una variazione anche dello stato ecologico.

3.1.12 Lo stato di qualità ambientale del fiume Velino

Lungo il corso del fiume Velino, la rete di monitoraggio presenta una stazione collocata in territorio laziale in prossimità del confine regionale.

In base ai dati del periodo 2002-2003 viene determinato un L.I.M. pari a 2 anche se i parametri ossigeno disciolto, azoto ammoniacale ed *Escherichia coli* presentano concentrazioni compatibili con un livello 3.

L'Indice Biotico Esteso rilevato, invece, è caratteristico di un “ambiente molto inquinato e alterato”. Il suo valore determinerebbe uno stato di qualità ambientale scadente. Tale risultato potrebbe essere legato alle caratteristiche morfologiche della sezione d'alveo di campionamento non ottimali per tale tipo di determinazione.

Questa considerazione e la forte incoerenza tra il dato L.I.M. e il dato biologico portano a ritenere la stazione non rappresentativa del tratto di corso d'acqua che, pertanto, non viene classificato.

3.2 La classificazione dei laghi

Anche per i laghi, lo *stato di qualità ambientale* viene definito sulla base dello *stato ecologico* e dello *stato chimico* del corpo idrico. Il sistema di classificazione dello stato ecologico introdotto dal D.Lgs. 152/99 (All. 1) è stato successivamente modificato ed integrato dal DM n. 391 del 29 dicembre 2003.

La classificazione dei laghi relativa agli anni precedenti all'uscita del decreto è stata pertanto ridefinita alla luce dei nuovi criteri introdotti dal decreto stesso.

Per la definizione dello stato ecologico (SEL), viene valutato lo stato trofico dei laghi attraverso quattro parametri macrodescrittori individuati tra i parametri chimico-fisici di base: clorofilla “a”, trasparenza, percentuale di saturazione dell'ossigeno ipolimnico e fosforo totale.

Per ogni parametro viene individuato un livello di appartenenza secondo le tabelle riportate nell'All. A del DM n. 391 del 29 dicembre 2003; l'attribuzione della classe dello stato ecologico viene effettuata attraverso la normalizzazione dei livelli ottenuti per i singoli parametri.

Lo stato chimico viene definito in base alla presenza di microinquinanti, ovvero di sostanze chimiche pericolose indicate nell'All. 1 del D.Lgs. 152/99. Per i laghi dell'Umbria, la ricerca di tali sostanze è limitata alle sole stazioni del lago Trasimeno, dove non sono stati mai registrati valori superiori a quelli previsti dalla direttiva 76/464/CEE. Nelle altre stazioni del reticolo regionale il monitoraggio dei microinquinanti viene omesso, poiché non sussistono le condizioni ambientali che potrebbero giustificare la presenza di tali sostanze.

Al fine della attribuzione dello stato di qualità ambientale dei laghi (SAL), i dati relativi allo stato ecologico vengono rapportati con i dati relativi alla presenza degli inquinanti chimici, secondo lo schema riportato in Tab. 169.

Tab. 169 - Definizione dello Stato di qualità Ambientale per i laghi

Stato Ecologico ⇨	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5
Concentrazione inquinanti di cui alla Tab. 1					
≤ Valore Soglia	ELEVATO	BUONO	SUFFICIENTE	SCADENTE	PESSIMO
> Valore Soglia	SCADENTE	SCADENTE	SCADENTE	SCADENTE	PESSIMO

Fonte: D.Lgs. 152/99

Sulla base dei dati del monitoraggio svolto a cadenza semestrale presso i principali laghi regionali, e applicando la procedura sopra descritta, per ogni stazione è stato valutato lo stato di qualità ambientale (SAL) per gli anni compresi tra il 2001 ed il 2004. In Tab. 170 viene mostrata la classificazione all'anno 2004.

Tab. 170 - Stato di qualità ambientale dei laghi (anno 2004).

Sottobacino	Corpo idrico	Codice Stazione	Localizzazione	S.E.L.	S.A.L.
Medio Tevere	Lago di Corbara	CRB1	Centro lago	Classe 5	Pessimo
Basso Tevere	Lago di Alviano	ALV1	Dalla riva	Classe 4	Scadente
Topino-Marroggia	Lago di Arezzo	ARE1	Dallo sbarramento	Classe 3	Sufficiente
	Palude di Colfiorito	CLF1	Dalla riva	Classe 4	Scadente
Trasimeno	Lago Trasimeno	TRS30	Centro lago	Classe 4	Scadente
		TRS32	Pontile di Passignano	Classe 3	Sufficiente
		TRS28	Pontile di Castiglione del Lago	Classe 4	Scadente
Nera	Lago di Piediluco	PIE8	Centro Lago	Classe 3	Sufficiente

Fonte: ARPA Umbria

Lo stato di qualità ambientale determinato per singola stazione è stato attribuito al corpo idrico rappresentato dalla stazione stessa, come mostrato in Fig. 63. Al lago Trasimeno, nel quale sono localizzate più stazioni, è stato associato lo stato di qualità ambientale prevalente tra quelli rilevati alle tre stazioni.

3.2.1 Lo stato di qualità ambientale del Lago di Corbara

La qualità ambientale del lago di Corbara viene definita in base ai risultati analitici della stazione posta a Centro Lago.

Per l'anno 2004, il corpo idrico viene classificato con uno stato di qualità pessimo. Tale condizione è fortemente determinata dai parametri fosforo totale e clorofilla "a", che, nell'anno in esame, raggiungono valori rispettivamente pari a 810 µg/l e 61 µg/l, oltre che dal parametro trasparenza.

In tutti gli anni precedenti (2001, 2002 e 2003) il lago di Corbara veniva classificato con uno stato di qualità scadente. Il progressivo peggioramento dei parametri clorofilla "a" e trasparenza ha determinato il raggiungimento dello stato pessimo nell'anno 2004.

3.2.2 Lo stato di qualità ambientale del Lago di Alviano

La qualità ambientale del lago di Alviano viene definita in base ai risultati analitici della stazione posta in prossimità della riva.

Per l'anno 2004, il corpo idrico viene classificato con uno stato di qualità scadente, determinato sia dai valori del parametro fosforo totale (che raggiunge valori pari a 180 µg/l) sia dalla ridotta trasparenza delle acque.

Analizzando i dati relativi ai monitoraggi precedenti (2001, 2002 e 2003), si evidenzia come lo stato di qualità ambientale del lago di Alviano sia risultato sempre scadente, fatta eccezione per l'anno 2003 (sufficiente), in cui si è registrato un miglioramento dei parametri clorofilla "a" e trasparenza.

3.2.3 Lo stato di qualità ambientale del Lago di Arezzo

La qualità ambientale del lago di Arezzo viene definita in base ai risultati analitici della stazione posta in prossimità dello sbarramento.

Per l'anno 2004, il corpo idrico viene classificato con uno stato di qualità ambientale sufficiente, determinato dai valori del parametro trasparenza.

Dai dati relativi ai monitoraggi precedenti, si evidenzia, a partire dall'anno 2002, un peggioramento della qualità ambientale del lago, con il passaggio da uno stato buono ad uno sufficiente, legato soprattutto ai parametri fosforo totale e clorofilla "a". Dal 2003 si assiste, inoltre, ad una riduzione della trasparenza.

3.2.4 Lo stato di qualità ambientale della Palude di Colfiorito

La qualità ambientale della Palude di Colfiorito viene definita in base ai risultati analitici della stazione posta in prossimità della riva.

Per l'anno 2004, il corpo idrico viene classificato con uno stato di qualità scadente, determinato dai valori del parametro trasparenza e fosforo totale, la cui concentrazione ha raggiunto valori massimi nel periodo pari a 50 µg/l.

Anche per gli anni precedenti, la Palude di Colfiorito veniva classificata con uno stato di qualità scadente, sempre determinato dai ridotti valori della trasparenza.

3.2.5 Lo stato di qualità ambientale del Lago Trasimeno

La qualità ambientale del lago Trasimeno viene definita in base ai risultati analitici di tre stazioni, posizionate una a centro lago e le altre due presso i pontili di Passignano sul Trasimeno e di Castiglione del Lago.

Per l'anno 2004, le stazioni di Centro lago e Castiglione del Lago vengono classificate con uno stato di qualità scadente, mentre la stazione di Passignano presenta uno stato di qualità sufficiente. Al corpo idrico nel suo complesso viene assegnato stato ambientale scadente.

Per gli anni 2001, 2002 e 2003, il lago veniva classificato con uno stato di qualità sufficiente.

Il parametro macrodescrittore che incide nel giudizio di qualità è sempre la scarsa trasparenza delle acque che viene compromessa da un fenomeno fisico naturale, dovuto alla bassa profondità e alla conseguente sospensione dei sedimenti lacustri operata dal moto ondoso, attivato anche da modesti fenomeni ventosi.

Il passaggio allo stato scadente, verificatosi nell'ultimo anno, è invece legato a valori elevati della concentrazione di clorofilla "a" registrati nel 2004.

3.2.6 Lo stato di qualità ambientale del Lago di Piediluco

La qualità ambientale del lago di Piediluco viene definita in base ai risultati analitici della stazione posta a centro lago.

Per l'anno 2004, il corpo idrico viene classificato con uno stato di qualità ambientale sufficiente. Anche per il lago di Piediluco, il parametro macrodescrittore che incide maggiormente nel giudizio di qualità è la scarsa trasparenza delle acque.

Analizzando i dati relativi ai monitoraggi precedenti (2001, 2002 e 2003), si evidenzia come lo stato di qualità ambientale del lago sia migliorato nel tempo, passando da un livello scadente (2001 e 2002), ad uno sufficiente (2003 e 2004) essenzialmente per una riduzione delle concentrazioni di fosforo totale.

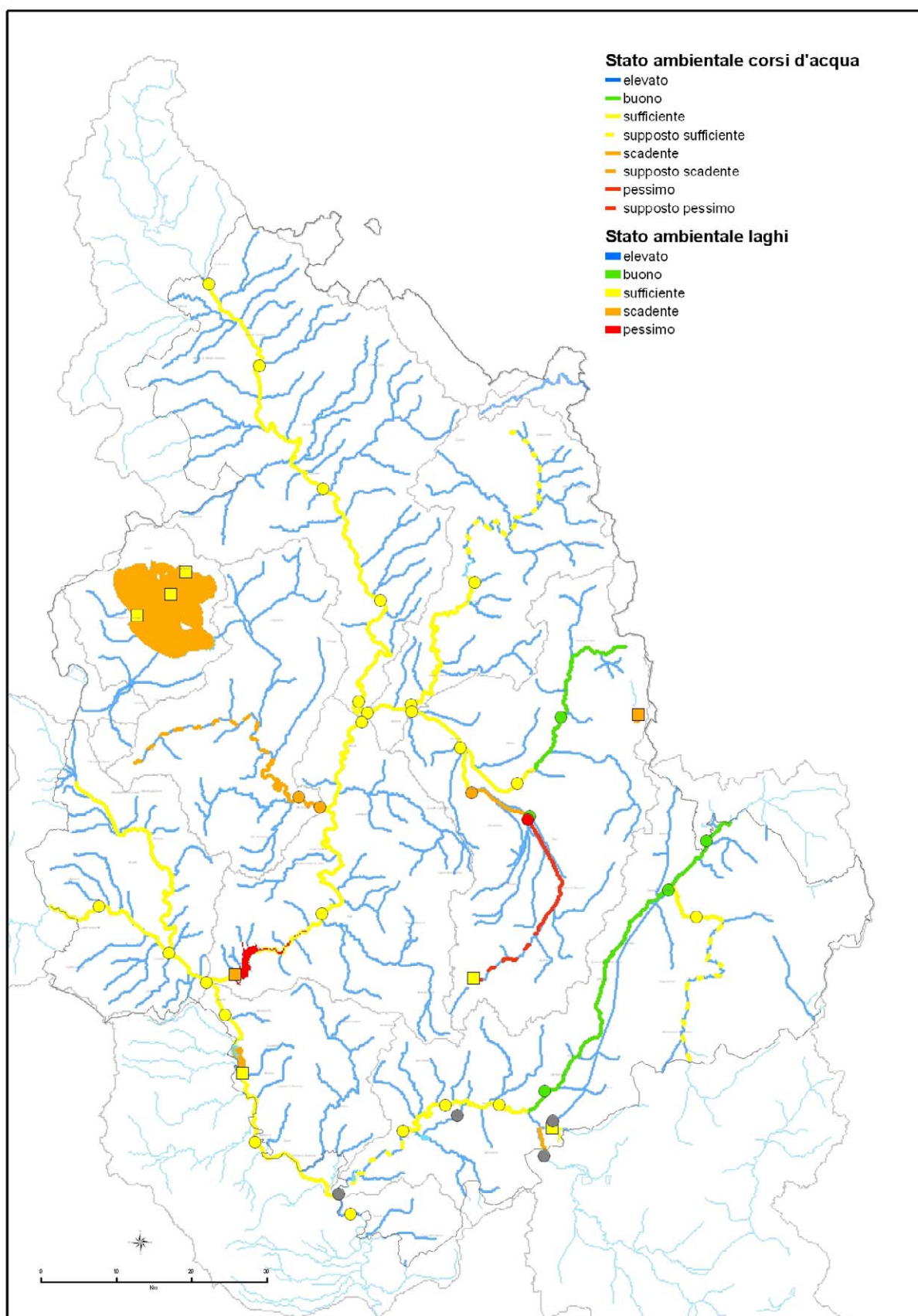


Fig. 63 - Stato Ambientale dei corpi idrici superficiali

Fonte: ARPA Umbria

3.3 La classificazione dei corpi idrici a specifica destinazione

3.3.1 La classificazione delle acque dolci superficiali destinate alla vita dei pesci

Le acque dolci superficiali destinate alla vita dei pesci sono state classificate in Salmonicole e Ciprinicole in base allo stato di qualità definito dalla conformità di una serie di parametri chimici e fisici a valori guida (G) e valori imperativi (I), così come individuati dall'All. 2, Sez. B del D.Lgs. 152/99. Lo stato di qualità corrisponde a quello di corsi d'acqua in cui salmonidi o ciprinidi possono trovare idonee condizioni alla loro sopravvivenza.

Nell'attribuzione delle conformità, il 95% dei campioni deve rispettare i limiti dei valori imperativi per pH, BOD₅, ammoniaca indissociata, ammoniaca totale, nitriti, cloro residuo totale, zinco totale e rame disciolto. E' richiesto, invece, il 100% di conformità dei campioni per i valori relativi a ossigeno disciolto, temperatura e concentrazione media per le sostanze in sospensione. Il superamento di uno o più valori non viene considerato se causato da fenomeni naturali come piene, alluvioni e altri fenomeni eccezionali; le Regioni, inoltre, possono avvalersi di deroghe al rispetto dei parametri temperatura, pH e materiale in sospensione in presenza di circostanze meteorologiche eccezionali o speciali condizioni geografiche.

Per l'anno 2003, tutte le stazioni monitorate sui corsi d'acqua destinati alla vita dei pesci sono risultate conformi all'uso cui erano designate così come mostrato in Tab. 171.

Tab. 171 - Classificazione delle acque dolci superficiali destinati alla vita dei pesci (anno 2003)

Sottobacino	Corso d'acqua	Codice	Punto di prelievo	Destinazione funzionale	Classificazione
Alto Tevere	Tevere	TVR1	Inizio tratto umbro - Pistrino	Ciprinicolo	Conforme
	Tevere	TVR2	A valle di Città di Castello - S.Lucia	Ciprinicolo	Conforme
	Tevere	TVR3	A valle di Umbertide - Montecorona	Ciprinicolo	Conforme
	Soara	SOA1	S. Martino D'Upo	Ciprinicolo	Conforme
Topino-Maroggia	Menotre	MNT1	Ponte S.Lucia	Salmonicolo	Conforme
	Clitunno	CLT2	Casco dell'Acqua	Salmonicolo	Conforme
Paglia-Chiani	Elmo	ELM1	S. Martino	Salmonicolo	Conforme
	Migliari	MGL1	Frattaguida	Salmonicolo	Conforme
Nera	Nera	NER3	Terria	Salmonicolo	Conforme
	Nera	NER1	Inizio tratto Umbro	Salmonicolo	Conforme
	Argentina	ARG1	A monte confluenza Vigi	Salmonicolo	Conforme
	Castellone	CST1	A monte confluenza Nera	Salmonicolo	Conforme
	Corno	CRN1	Cascia	Salmonicolo	Conforme
	Corno	CRN2	A monte confluenza Nera	Salmonicolo	Conforme
	Sordo	SRD1	Norcia	Salmonicolo	Conforme
	Sordo	SRD2	A monte confluenza Corno	Salmonicolo	Conforme
	Vigi	VIG1	A monte confluenza Nera	Salmonicolo	Conforme
T.A.M.A.	Sentino	SNT1	Confine Umbria-Marche	Salmonicolo	Conforme

Fonte: ARPA Umbria

Alcune criticità sono state rilevate per il parametro fosforo totale nelle stazioni localizzate lungo i fiumi Clitunno, in località Casco dell'Acqua, Sordo, a Norcia Serravalle, e Corno, a monte della confluenza con il Nera. In questi punti di prelievo sono state rilevate concentrazioni superiori al valore guida per le acque salmonicole (0,07 mg/l) ma comunque inferiori al valore guida per le acque ciprinicole (0,14 mg/l).

Più critica, sempre per il fosforo, la situazione rilevata alla stazione di Norcia - Balza Tagliata sul fiume Corno in cui il 90% dei campioni presenta concentrazioni di questo parametro superiori al valore guida per le acque salmonicole e il 50% concentrazioni superiori anche ai valori guida per le acque ciprinicole. Tuttavia va rilevato che il fosforo totale non rientra tra i parametri utilizzati per il calcolo delle conformità e che il superamento dei valori guida può essere considerato come indizio di una tendenza all'eutrofizzazione

Per la stazione sul fiume Clitunno, è stata rilevata anche una criticità legata alla concentrazione di nitriti che raggiunge valori intorno a 0,1 mg/l, mantenendosi comunque inferiore al valore guida per le acque salmonicole.

3.3.2 La classificazione delle acque dolci superficiali destinate alla produzione di acqua potabile

La classificazione delle acque dolci superficiali destinate alla produzione di acqua potabile in una delle categorie A1, A2 e A3 è stata effettuata in base alla conformità dei campioni ai valori limite guida e imperativi indicati nell'All. 2, Sez. A del D.Lgs. 152/99.

Con D.G.R. n. 70 del 19 gennaio 2005, la Regione Umbria ha effettuato la classificazione delle acque del lago Trasimeno nella categoria subA3, ai sensi dell'art. 7, comma 4 del D.Lgs. 152/99. Va rilevato che i parametri che nel corso del 2003 hanno superato i limiti previsti per la classe A3, sia essi imperativi (temperatura), che valori guida (per conducibilità, cloruri e solidi sospesi) non sono indice di inquinamento e dunque di rischio sanitario per l'uomo, bensì sono legati a fenomeni naturali e a variazioni stagionali delle caratteristiche delle acque del lago. Tuttavia, nello stesso anno, a seguito della dismissione del punto di presa per uso potabile, è stato sospeso il monitoraggio per la specifica destinazione funzionale di questo corpo idrico.

Per il lago artificiale sul fiume Chiascio, per il quale è prevista la destinazione per uso potabile, sarà possibile effettuare la classificazione solo dopo un idoneo periodo di monitoraggio.

Tab. 172 - Classificazione delle acque dolci superficiali destinate alla produzione di acqua potabile (anno 2003)

Sottobacino	Corpo idrico	Codice Stazione	Localizzazione	Classificazione
Trasimeno	Lago Trasimeno	2289	Ingresso potabilizzatore Castiglione del Lago	Categoria subA3

Fonte: ARPA Umbria

3.3.3 La classificazione delle acque destinate alla balneazione

La classificazione delle acque destinate alla balneazione viene effettuata annualmente dalla Regione Umbria sulla base delle analisi relative all'anno precedente (DPR n. 470/1982, art. 4). Con D.G.R. n. 75/2004 e D.G.R. n. 2129/2004 sono state individuate le zone idonee e non idonee alla balneazione. In Tab. 173 viene riportata la classificazione delle acque destinate alla balneazione per l'anno 2004.

Tab. 173 - Classificazione delle acque destinate alla balneazione per l'anno 2004 (dati anno 2003)

Sottobacino	Corpo Idrico	Cod. ARPA	Localizzazione	Comune	Classificazione
Trasimeno	Lago Trasimeno	TRS4	Lido Rigutini	Castiglione del Lago	Idonea
		TRS25	Lido Arezzo	Castiglione del Lago	Idonea
		TRS1	Lido Dinette	Castiglione del Lago	Idonea
		TRS2	Lido Comunale	Castiglione del Lago	Idonea
		TRS16	Isola Polvese Vecchia	Castiglione del Lago	Idonea
		TRS15	Isola Polvese Nuova	Castiglione del Lago	Idonea
		TRS21	Kursaal	Passignano sul Trasimeno	Idonea
		TRS22	La Darsena	Passignano sul Trasimeno	Idonea
		TRS20	Camping Europa	Passignano sul Trasimeno	Idonea
		TRS34	Lido Comunale	Tuoro	Idonea
		TRS13	Isola Maggiore pontile Vecchio	Tuoro	Idonea
		TRS14	Isola Maggiore San Francesco	Tuoro	Idonea
		TRS27	Caloni	Magione	Idonea
		TRS18	Lido Santino	Magione	Idonea
		TRS19	Albaia	Magione	Idonea
Nera	Lago di Piediluco	PIE1	Ara Marina	Terni	Non idonea
		PIE3	Centro Remiero	Terni	Non idonea
		PIE2	Azienda Soggiorno	Terni	Non idonea
		PIE4	Comunanza	Terni	Non idonea
		PIE6	Lido	Terni	Non idonea
		PIE7	Sirenetta	Terni	Non idonea
		PIE5	Eco	Terni	Non idonea
	Lago Chico Mendes	CIC1	Spiaggetta Sud	Terni	Idonea
		CIC2	Spiaggetta Nord	Terni	Idonea

Fonte: ARPA Umbria

Per quanto riguarda il Lago Trasimeno tutte le zone del lago destinate alla balneazione sono risultate idonee a tale uso. Le criticità maggiori riscontrate sono legate ai parametri pH, OD e trasparenza. Tuttavia, come già precedentemente descritto, la Regione Umbria si avvale, per il Lago Trasimeno, della deroga al valore limite dei parametri ossigeno disciolto e trasparenza, ai sensi del DPR n. 470/1982. Saltuariamente sono state rilevate concentrazioni dei parametri microbiologici superiori ai valori limite. In questo caso sono stati effettuati tutti gli accertamenti e le analisi necessarie per escludere la presenza di fenomeni inquinanti.

Per il Lago di Piediluco, tutte le zone destinate alla balneazione non sono risultate idonee a tale uso nell'anno di riferimento (2004), in relazione al costante superamento dei limiti relativi all'ossigeno disciolto in tutte le stazioni e ai parametri microbiologici per alcune di esse. Va tuttavia rilevato che, il D.Lgs. 11 luglio 2007, n. 94, concernente la gestione delle acque di balneazione, in attuazione della Direttiva 2006/7/CE, stabilisce all'art. 1 che, in sede di svolgimento delle indagini per determinare i potenziali rischi per la salute umana, il parametro ossigeno disciolto di cui al DPR 470/82 risulta non più rilevante ai fini del giudizio di idoneità per l'individuazione delle zone di balneazione delle acque. Pertanto, Sulla base dei dati del monitoraggio svolto ai sensi della nuova normativa, tutte le zone destinate alla balneazione del Lago di Piediluco sono risultate idonee a tale uso, relativamente alla stagione balneare 2008.

Infine le zone del laghetto Chico Mendes destinate alla balneazione sono risultate idonee a tale uso. La classificazione delle acque superficiali individuate per la specifica destinazione funzionale viene rappresentata in Fig. 64.

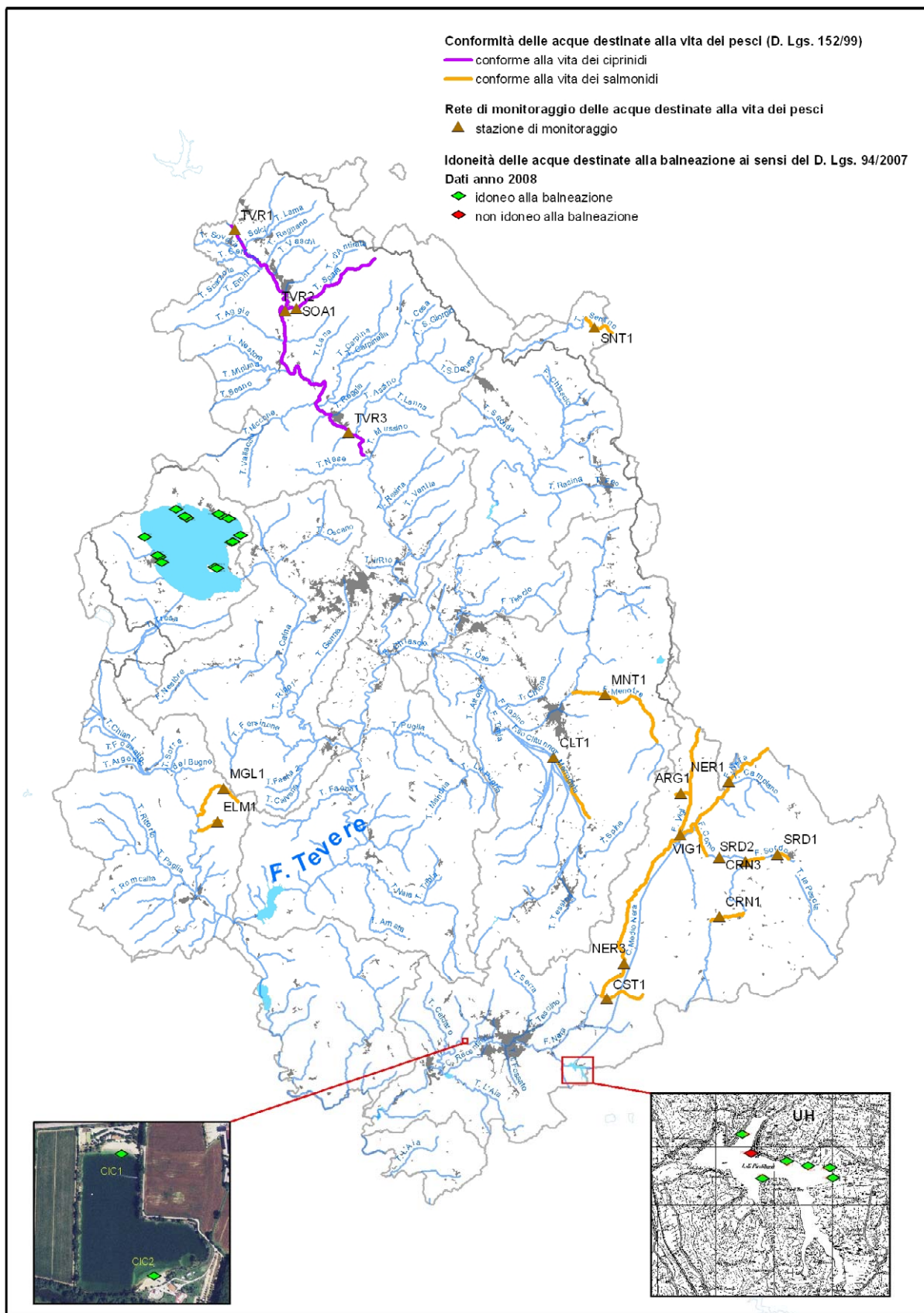


Fig. 64 – Idoneità delle acque a specifica destinazione

Fonte: ARPA Umbria

3.4 La classificazione dei corpi idrici sotterranei

Lo *Stato di qualità ambientale* dei corpi idrici sotterranei, o di settori di essi, viene definito sulla base della sovrapposizione dello Stato quantitativo e dello Stato chimico.

Il D.Lgs. 152/99 definisce lo *stato quantitativo* dei corpi idrici sotterranei in base allo “scostamento rispetto alle sue condizioni di equilibrio e, sulla base delle alterazioni, misurate o previste, delle condizioni di equilibrio”, vengono distinte quattro classi.

Tab. 174 - Classificazione Stato quantitativo

CLASSE A	Impatto antropico nullo o trascurabile con condizioni di equilibrio idrogeologico.
CLASSE B	Impatto antropico ridotto con condizioni moderate di disequilibrio.
CLASSE C	Impatto antropico significativo con notevole incidenza dell'uso sulla disponibilità della risorsa.
CLASSE D	Impatto antropico nullo o trascurabile ma con presenza di complessi idrogeologici con intrinseche caratteristiche di scarsa potenzialità idrica.

Fonte: D.Lgs. 152/99

Il Decreto prevede di attribuire lo *stato chimico* in funzione dei risultati del monitoraggio periodico di una serie di parametri chimici e chimico-fisici di base nonché di parametri addizionali scelti in funzione delle caratteristiche del carico antropico presente nel territorio. Vengono distinte cinque classi chimiche.

Tab. 175 - Classificazione Stato chimico

CLASSE 1	Impatto antropico nullo o trascurabile con pregiate caratteristiche idrochimiche
CLASSE 2	Impatto antropico ridotto e sostenibile nel lungo periodo e con buone caratteristiche idrochimiche.
CLASSE 3	Impatto antropico significativo con caratteristiche idrochimiche generalmente buone ma con segnali di compromissione.
CLASSE 4	Impatto antropico rilevante con caratteristiche idrochimiche scadenti
CLASSE 0	Impatto antropico nullo o trascurabile ma con particolari facies idrochimiche naturali con concentrazioni al di sopra dei valori della classe 3.

Fonte: D.Lgs. 152/99

Dalla sovrapposizione dello stato quantitativo e di quello chimico secondo lo schema mostrato in Tab. 176 viene definito lo Stato di Qualità Ambientale del corpo idrico o di settori di esso.

Il passaggio da “Stato elevato” a “Stato scadente” avviene per progressivo aumento degli effetti dell’impatto antropico sullo stato chimico o sullo stato quantitativo mentre lo “Stato particolare” viene attribuito in tutti i casi in cui almeno uno dei due stati è naturalmente scadente.

Tab. 176 - Classificazione Stato Ambientale

Stato elevato	Stato buono	Stato sufficiente	Stato scadente	Stato particolare
1 - A	1 - B	3 - A	1 - C	0 - A
	2 - A	3 - B	2 - C	0 - B
	2 - B		3 - C	0 - C
			4 - C	0 - D
			4 - A	1 - D
			4 - B	2 - D
				3 - D
				4 - D

Fonte: D.Lgs. 152/99

Per la definizione dello stato quantitativo dei corpi idrici significativi umbri sono stati elaborati i dati del monitoraggio periodico in discreto effettuato nel periodo 1998-2003 e del monitoraggio in continuo fino al 2005, al fine di ricostruire lo stato attuale delle risorse ed individuare le tendenze evolutive degli ultimi anni. Sono stati inoltre presi in considerazione i dati storici di piezometria e di portata delle sorgenti (quando esistenti) nel tentativo di ricostruire lo stato quantitativo in un periodo in cui i prelievi erano molto inferiori agli attuali e verificare, per confronto, l'impatto antropico sulla disponibilità della risorsa idrica ovvero lo "scostamento rispetto alle sue condizioni di equilibrio". Elemento valutativo importante è stato naturalmente l'entità dei prelievi cui è soggetta la singola risorsa rispetto alla sua potenzialità.

Per gli acquiferi alluvionali l'elaborazione dei dati ha consentito l'individuazione dei settori in cui i prelievi hanno indotto modifiche all'equilibrio naturale del sistema e la valutazione dello stato quantitativo.

Per gli acquiferi carbonatici, la scarsità di punti di osservazione, la loro non omogenea distribuzione, la complessità delle strutture idrogeologiche e la carenza di studi pregressi, hanno reso difficile la definizione dello stato quantitativo. In alcuni casi il monitoraggio è relativo ad un periodo troppo breve per individuare tendenze evolutive, in altri le stazioni di monitoraggio non sono rappresentative dell'intero acquifero. Sono comunque state individuate alcune criticità locali nei settori delle strutture più conosciuti e viene proposta una prima valutazione che tiene conto dello stato dei prelievi.

Per l'acquifero vulcanico vulsino, infine, oggetto di monitoraggio periodico solo da due anni, il quadro conoscitivo non è risultato sufficiente per l'individuazione di criticità.

Per la definizione dello stato chimico degli acquiferi umbri sono stati considerati i dati di monitoraggio relativi al periodo 2002-2004 a confronto con quelli relativi al periodo 1998-2001. Per i due periodi è stata calcolata la classe chimica su 219 punti di prelievo di cui 192 relativi ad acquiferi alluvionali, 14 ad acquiferi carbonatici e 13 all'acquifero vulcanico. In base ai risultati della classificazione e alle conoscenze sulle caratteristiche geometriche, idrogeologiche e di utilizzo degli acquiferi, si è passati alla "zonazione chimica" dei corpi idrici sotterranei significativi.

Anche in questo caso, come per la definizione dello stato quantitativo, a causa della non omogeneità del quadro conoscitivo disponibile, non si è riusciti a raggiungere per tutti gli acquiferi lo stesso risultato.

Per gli acquiferi alluvionali la zonazione proposta raggiunge quasi sempre un buon dettaglio consentendo di assegnare ad ogni settore una specifica classe chimica.

Per gli acquiferi carbonatici, a causa del limitato numero di stazioni di monitoraggio, solo in alcuni casi si è potuto procedere alla assegnazione della classe chimica, e in nessun caso è stato possibile differenziare specifici settori.

Per l'acquifero vulcanico infine viene proposta una zonazione chimica che, dato il breve periodo di osservazione, va considerata preliminare.

Per la definizione dello Stato di Qualità Ambientale dei corpi idrici umbri, si è ritenuto necessario, nella fase di sovrapposizione dello Stato Chimico e dello Stato Quantitativo, effettuare una "semplificazione" delle zonazioni, valutando per ciascun acquifero o settore idrogeologicamente differenziabile di esso, lo stato chimico e lo stato quantitativo prevalente.

Naturalmente non è stato possibile valutare lo Stato di Qualità Ambientale per quei corpi idrici carbonatici per i quali non è stato definito lo Stato chimico.

In Fig. 65 è riportato lo stato di qualità ambientale dei corpi idrici sotterranei significativi.

3.4.1 Acquiferi alluvionali

3.4.1.1 Alta Valle del Tevere

Nell'acquifero dell'Alta Valle del Tevere, si evidenzia un settore centrale con buona qualità chimica delle acque (classe 2) e assenza di evidenze di impatti quantitativi sulla risorsa, cui viene attribuito Stato di Qualità Ambientale Buono. L'area beneficia, sia sotto l'aspetto quantitativo che qualitativo, dell'alimentazione del fiume Tevere.

Sotto il profilo quantitativo un'importante funzione viene esercitata dalla gestione della Diga di Montedoglio sul Tevere immediatamente a monte dell'acquifero. Attualmente, dalla diga viene rilasciata in alveo una portata di almeno 1000 l/s per tutto l'anno, portata superiore a quella naturale dei mesi di magra. Questo ha comportato una stabilizzazione dei livelli di falda in tutta la fascia centrale.

Sotto il profilo qualitativo, la concentrazione in nitrati si mantiene nella fascia centrale più vicina al fiume Tevere, sempre inferiore a 25 mg/l, e non si evidenziano criticità legate alla presenza di microinquinanti. Allontanandosi dal fiume si individuano indizi di compromissione della qualità delle acque e, limitatamente alla sinistra idrografica, moderate condizioni di disequilibrio quantitativo (classe B). Il parametro critico è il tenore in nitrati che supera localmente i 25 mg/l.

Il margine orientale e la porzione meridionale dell'acquifero presentano, invece, acque con caratteristiche idrochimiche scadenti per impatto antropico (classe 4) e moderate condizioni di disequilibrio quantitativo (classe B). Questo settore dell'acquifero presenta minore consistenza e permeabilità, caratteristiche che favoriscono l'accumulo degli inquinanti, e viene classificato con Stato di Qualità Ambientale Scadente.

Il parametro chimico critico è il tenore in nitrati superiore a 50 mg/l in tutta la fascia orientale della valle. Si evidenziano anche qui criticità locali legate alla presenza di microinquinanti.

In tutto l'acquifero concentrazioni in microinquinanti superiori ai limiti imposti dal decreto sono rari per tutto il periodo di monitoraggio.

Per i prodotti fitosanitari è stata rilevata in modo discontinuo la presenza di alcuni principi attivi in punti localizzati lungo la fascia orientale, e nel periodo 2002-2004 viene superato il valore limite per il "pendimentalin" in un punto.

Per i composti organo alogenati volatili, nel periodo 2002-2004 è stata rilevata la presenza diffusa in concentrazioni molto basse di carbonio tetracloruro e cloroformio (trialometani) in una sola campagna. Significativa è la presenza di tetraclorotilene nella porzione nord orientale, e di Cloroetano in due punti della fascia nord occidentale.

Tab. 177 - Acquifero dell'Alta Valle del Tevere: Classe chimica per punti di monitoraggio (periodi 1998-2001 e 2002-2004)

	Numero punti per classe periodo 1998-2001			Numero punti per classe periodo 2002-2004		
	Classe Macro descrittori	Classe Parametri Addizionali	Classe chimica	Classe Macro descrittori	Classe Parametri Addizionali	Classe chimica
classe 1	0		0	0		0
classe 2	5		4	6		6
classe 3	5		5	4		2
classe 4	4	2	5	4	3	6
classe 0	2		2	2		2

Fonte: ARPA Umbria

Tab. 178 - Acquifero dell'Alta Valle del Tevere: Stato Ambientale

Settore	Superficie (km ²)	Stato quantitativo	Stato chimico prevalente	Stato Ambientale
Settore centrale	32	A	2	Buono
Settore orientale e meridionale	39	B	4	Scadente

Fonte: ARPA Umbria

3.4.1.2 Conca Eugubina

Nell'acquifero della Conca Eugubina si individuano due settori caratterizzati da diverso Stato di qualità Ambientale.

Il primo interessa la fascia pedemontana dei monti di Gubbio a nord dell'abitato ed è caratterizzato da buone caratteristiche idrochimiche delle acque dovute all'alimentazione da parte dell'acquifero calcareo (classe 2). Il settore è però caratterizzato da intensi prelievi ad uso idropotabile che hanno portato ad un evidente disequilibrio della falda (classe C). A questo settore viene attribuito Stato di qualità ambientale Scadente.

Il secondo settore che interessa il resto della piana presenta Stato di qualità Ambientale Sufficiente. E' caratterizzato da moderate condizioni di disequilibrio quantitativo (classe B) e da indizi di compromissione della qualità delle acque (classe 3). Il parametro che determina la classificazione è il tenore in nitrati il cui valore medio è quasi sempre superiore a 25 mg/l e in tre punti, posti lungo il bordo occidentale della piana, supera i 50 mg/l.

Per quanto riguarda i microinquinanti, all'interno dell'area, si individuano delle criticità. La prima è legata alla presenza di composti organo alogenati volatili che, pur superando solo in un punto i limiti del decreto, sono presenti nelle acque in modo diffuso.

Oltre alla presenza bassa ma diffusa di cloroformio e carbonio tetracloruro, nel periodo 2002-2004, il tetracloroetilene viene rilevato in quasi tutti i punti nel settore a sud di Gubbio, confermando la contaminazione in questo composto osservata sui dati 1998-2001.

La presenza dei prodotti fitosanitari (esaclorobenzene e metobromuron) è rara in ambedue i periodi di monitoraggio e limitata all'area a sud di Gubbio.

Tab. 179 - Conca Eugubina: Classe chimica per punti di monitoraggio (periodi 1998-2001 e 2002-2004)

	Numero punti per classe periodo 1998-2001			Numero punti per classe periodo 2002-2004		
	Classe Macro descrittori	Classe Parametri Addizionali	Classe chimica	Classe Macro descrittori	Classe Parametri Addizionali	Classe chimica
classe 1	0		0	0		0
classe 2	2		2	4		3
classe 3	11		8	10		10
classe 4	5	4	8	4	1	5
classe 0	0		0	0		0

Fonte: ARPA Umbria

Tab. 180 - Conca Eugubina: Stato Ambientale

Settore	Superficie (km ²)	Stato quantitativo	Stato chimico prevalente	Stato Ambientale
Fascia pedemontana dei Monti di Gubbio	4	C	2	Scadente
Area valliva	34	B	3	Sufficiente

Fonte: ARPA Umbria

3.4.1.3 Media Valle del Tevere

L'acquifero della Media Valle del Tevere a Nord di Perugia è in generale caratterizzato da assenza di evidenze di impatto quantitativo sulla risorsa idrica e da qualità chimica delle acque generalmente buona con indizi di moderata compromissione per impatto antropico. Gli unici problemi riscontrati sono legati a locali concentrazioni elevate di ioni quali ferro, manganese e ammonio per i quali si ipotizza un'origine naturale. La concentrazione in nitrati delle acque è piuttosto bassa e non supera mai il valore di 50 mg/l. Tenori medi superiori a 25 mg/l caratterizzano solo il bordo orientale della valle nel suo tratto medio.

L'unico punto di monitoraggio localizzato nel tratto finale della valle, dove lo spessore della falda è esiguo, presenta qualità delle acque naturalmente scadente (classe 0) ma non viene considerato rappresentativo del settore.

Per quanto riguarda i microinquinanti si osserva presenza in basse concentrazioni di alcuni composti organo alogenati volatili. Oltre alla diffusa presenza di carbonio tetracloruro si riscontra il tetracloroetilene in alcuni punti associato in un caso a triclorobenzene.

Pertanto al tratto settentrionale e medio dell'acquifero viene attribuito Stato di qualità ambientale Buono. Nel tratto medio della valle si distingue la zona orientale che presenta tenore in nitrati caratteristico della classe chimica 3. La porzione più a sud, all'altezza di Perugia, non viene classificata in quanto l'assenza di punti di osservazione rappresentativi di questo settore non ha consentito l'assegnazione di una classe chimica.

Tab. 181 - Classe chimica per punti di monitoraggio della Media Valle del Tevere Nord (periodi 1998-2001 e 2002-2004)

	Numero punti per classe periodo 1998-2001			Numero punti per classe periodo 2002-2004		
	Classe Macro descrittori	Classe Parametri Addizionali	Classe chimica	Classe Macro descrittori	Classe Parametri Addizionali	Classe chimica
classe 1	0		0	0		0
classe 2	4		3	3		3
classe 3	3		3	2		2
classe 4	0	1	1	2		2
classe 0	1		1	1		1

Fonte: ARPA Umbria

Tab. 182 - Media Valle del Tevere Nord: Stato Ambientale

Settore	Superficie (km ²)	Stato quantitativo	Stato chimico prevalente	Stato Ambientale
Settore settentrionale e medio	43	B	2 (classe 3 %)	Buono
Settore meridionale	12	Non conosciuto	Non conosciuto	Non definito

Fonte: ARPA Umbria

Anche l'acquifero della Media Valle del Tevere Sud non presenta particolari segni di compromissione della naturale disponibilità della risorsa idrica da imputarsi ai prelievi e viene inserito in classe B. L'aspetto qualitativo però presenta forti criticità che determinano la classificazione come acque scadenti per impatto antropico di gran parte dell'acquifero. Fa eccezione, nella porzione settentrionale, l'area in sinistra del fiume Tevere a cui viene assegnata classe chimica 3. In questo acquifero si sommano infatti due fattori negativi: caratteristiche idrogeologiche che favoriscono l'accumulo in falda degli inquinanti ed elevato carico antropico.

Per quanto riguarda i macrodescrittori il problema di contaminazione più diffuso è quello dei nitrati. Nella porzione di acquifero in destra idrografica del Tevere compresa tra Ponte San Giovanni e Marsciano, la concentrazione media è sempre superiore a 50 mg/l con massimi superiori a 100 mg/l nell'area denominata S. Martino. In sinistra idrografica del fiume nella zona tra Ponte San Giovanni e Torgiano invece le concentrazioni medie sono comprese tra 25 e 50 mg/l. Le minori concentrazioni vengono rilevate, infine, lungo il fiume Tevere nel tratto centro meridionale della valle.

Una seconda criticità è legata a elevati valori in ione ammonio, ferro e manganese che si evidenziano in alcuni punti in sinistra idrografica del Tevere e nella porzione più meridionale della valle. Allo stato attuale delle conoscenze, tale fenomeno viene legato a cause naturali, ovvero alla scarsa permeabilità delle porzioni di acquifero intercettate dai pozzi, all'instaurarsi di condizioni riducenti con arricchimento in questi ioni.

Per quanto riguarda i microinquinanti, si individuano criticità locali legate a prodotti fitosanitari e metalli minori, e diffuse legate alla presenza di composti organo alogenati volatili.

Per i prodotti fitosanitari nel periodo 1998-2001 nell'area più critica per il tenore in nitrati, vengono localmente superati i limiti di concentrazione previsti dalla norma. I principi attivi sono metobromuron e terbutilazina. Nel triennio 2002-2004 viene confermato l'inquinamento da fitosanitari in un solo punto all'altezza di Torgiano già risultato inquinato in precedenza; in questo caso i principi attivi ritrovati sono metolaclor e terbutrina. Più a sud in altri due casi vengono superati i limiti per la presenza di lindano, principio attivo non monitorato nel periodo precedente.

La presenza di inquinamento da metalli minori (Nichel, Selenio e Antimonio) interessa punti diversi nei due periodi di monitoraggio.

I composti organo alogenati volatili sono presenti in concentrazioni superiori ai limiti in pochi punti in ambedue i periodi di monitoraggio. Informazioni importanti vengono però fornite dalla distribuzione delle "presenze" di composti organo alogenati volatili anche in concentrazioni inferiori ai limiti. Nel periodo di monitoraggio 1998-2001 venivano individuate due aree dove veniva riscontrata una presenza diffusa di questi composti (prevalentemente tetracloroetilene e tricloroetilene): l'area a sud di Perugia (Ponte S. Giovanni) e quella di Marsciano. Nel triennio 2002-2004 si osserva presenza diffusa in tutto l'acquifero di carbonio tetracloruro, in qualche caso associato a bromodichlorometano o a

cloroetano, e presenza di tetracloroetilene e triclorobenzene in vari punti, prevalentemente localizzati nelle due aree già individuate come critiche.
All'acquifero viene assegnato Stato di qualità Ambientale Scadente.

Tab. 183 - Classe chimica per punti di monitoraggio della Media Valle del Tevere sud (periodi 1998-2001 e 2002-2004)

	Numero punti per classe periodo 1998-2001			Numero punti per classe periodo 2002-2004		
	Classe Macro descrittori	Classe Parametri Addizionali	Classe chimica	Classe Macro descrittori	Classe Parametri Addizionali	Classe chimica
classe 1	0		0	0		0
classe 2	3		1	4		3
classe 3	6		4	3		3
classe 4	17	9	21	17	9	21
classe 0	7		7	8		5

Fonte: ARPA Umbria

Tab. 184 - Media Valle del Tevere Sud: Stato Ambientale

Settore	Superficie (km ²)	Stato quantitativo	Stato chimico prevalente	Stato Ambientale
Intero acquifero	137	B	4	Scadente

Fonte: ARPA Umbria

3.4.1.4 Valle Umbra

Acquifero freatico

In base a quanto descritto nel paragrafo 3.1.4 della Sez. I della corrente parte del Piano, la Valle Umbra è caratterizzata dalla presenza di un sistema acquifero freatico complesso all'interno del quale vengono distinti quattro settori sede di acquiferi significativi:

- Settore di Petrignano d'Assisi nella parte settentrionale della Valle dove l'acquifero è ospitato nei depositi permeabili del paleo-Chiascio (in destra idrografica) e del paleo Tescio (in sinistra), il limite meridionale del settore viene fatto coincidere con lo spartiacque tra il sottobacino Chiascio e quello del sottobacino Topino, suo affluente, grossomodo coincidente con uno spartiacque sotterraneo.
- Settore tra Assisi e Spello dove l'acquifero nella sua parte occidentale è sovrapposto all'acquifero confinato di Cannara.
- Settore di Foligno, nella zona centrale della valle, dove l'acquifero è ospitato nei depositi della paleo-conoide del Fiume Topino.
- Settore di Spoleto, nella parte meridionale della valle, dove l'acquifero è ospitato nei depositi del Fiume Maroggia in contatto idraulico con le conoidi detritiche del margine orientale.

Il settore di *Petrignano d'Assisi* è caratterizzato da un significativo impatto antropico sia di tipo quantitativo che qualitativo, che ha portato da una parte ad un evidente disequilibrio della falda (classe C) dall'altra ad una diffusa compromissione delle caratteristiche idrochimiche delle acque. La compromissione dell'acquifero è molto forte in tutta l'area in destra idrografica del Chiascio (classe 4), sensibile ma più moderata nell'area in sinistra (classe 3).

Tra i macrodescrittori il problema più diffuso è la contaminazione da nitrati. La loro concentrazione media è quasi sempre superiore a 50 mg/l (con valori massimi superiori a 100 mg/l) nell'area in destra idrografica del Chiascio, ed è compresa tra 25 e 50 mg/l in sinistra idrografica del fiume. Concentrazioni inferiori si rilevano solo in prossimità del fiume.

Per quanto riguarda i microinquinanti, si evidenziano alcune criticità legate alla presenza di prodotti fitosanitari e composti organo alogenati volatili.

Per i prodotti fitosanitari, nel periodo 1998-2001 venivano ritrovati alcuni principi attivi (metobromuron, simazina e terbutilazina) in tre punti, in uno dei quali in concentrazione superiore ai limiti di legge. Nel triennio 2002-2004 viene confermato l'inquinamento da terbutilazina in un punto a nord di Petrignano e si ritrova esaclorobenzene in un punto a sud, le concentrazioni tuttavia sono inferiori ai limiti di legge.

Si evidenzia una diffusa contaminazione in Composti organo alogenati volatili, in particolare tetracloroetilene associato a triclorobenzene (nella porzione meridionale) e più raramente al 1.1.1-tricloroetano. Diffusa è anche la presenza di cloroformio e carbonio tetracloruro. Le concentrazioni superano i 10 µg/l in tre punti.

All'intero settore viene assegnato Stato di Qualità Ambientale Scadente.

Il settore di *Assisi-Spello* è caratterizzato da generali condizioni di stabilità sotto l'aspetto quantitativo, solo localmente si hanno indizi di moderate condizioni di disequilibrio (classe B).

Dal punto di vista qualitativo le caratteristiche idrochimiche delle acque sono prevalentemente scadenti sia per impatto antropico sia, localmente, per cause naturali.

Per quanto riguarda i macrodescrittori, il tenore in nitrati è in questo settore di acquifero mediamente inferiore al resto della Valle. Nell'area a nord del torrente Chiona le concentrazioni sono in genere superiori a 25 mg/l ma solo localmente superano 50 mg/l. Nell'area a sud, in cui la falda è sovrapposta all'acquifero confinato di Cannara, le concentrazioni sono anche inferiori a 5 mg/l. In questa seconda area si hanno frequentemente elevate concentrazioni in ferro, manganese e ione ammonio. L'arricchimento in questi ioni unitamente ai bassi tenori in nitrati indica la presenza di condizioni stratigrafiche che favoriscono l'instaurarsi di condizioni riducenti.

Per quanto riguarda i microinquinanti, nell'area a sud di S. Maria degli Angeli vengono superati i limiti in tre punti rispettivamente per composti organo alogenati volatili, fluoruri e arsenico. Mentre per gli ultimi due elementi si tratta di una presenza locale, per i composti organo alogenati volatili si ha una contaminazione diffusa in particolare da tetracloroetilene, triclorobenzene, 1.1.1-tricloroetano. Carbonio tetracloruro e cloroformio vengono rilevati in basse concentrazioni in tutto il settore.

In sintesi le cattive caratteristiche idrochimiche delle acque portano ad assegnare al settore Stato di Qualità Ambientale Scadente.

Il settore di *Foligno* è caratterizzato da moderate condizioni di disequilibrio quantitativo a carattere locale (classe B) ma da una diffusa compromissione delle caratteristiche idrochimiche delle acque per contaminazione sia ad opera dei nitrati sia di alcuni microinquinanti.

Come per il settore di Petignano, tra i macrodescrittori la maggiore criticità è data dal tenore in nitrati.

Una stretta fascia che attraversa trasversalmente la valle tra Foligno e Bevagna presenta concentrazioni medie in questo parametro inferiori a 25 mg/l; a nord e a sud di questa fascia i valori medi superano quasi sempre i 50 mg/l con punte superiori a 100 a sud di Foligno.

Per quanto riguarda i microinquinanti, si rilevano criticità locali e occasionali per prodotti fitosanitari (metobromuron e terbutilazina) e metalli minori (cromo e nichel) e una criticità diffusa per composti organo alogenati volatili. In particolare il tetracloroetilene è presente in modo diffuso e persistente, anche se in basse concentrazioni. Si osserva inoltre la presenza diffusa di carbonio tetracloruro e cloroformio già evidenziata per gli altri corpi idrici.

All'intero settore di acquifero viene assegnato Stato di Qualità Ambientale Scadente.

Il settore di *Spoletto* è caratterizzato da criticità quantitative limitatamente all'area a nord di Spoleto, dove i prelievi hanno indotto un evidente disequilibrio nella falda (classe C); per il resto presenta generali condizioni di stabilità dei livelli (classe B).

Le criticità di tipo qualitativo sono più diffuse. Le acque di gran parte di questo settore di acquifero presentano infatti caratteristiche chimiche scadenti per impatto antropico (classe 4) e subordinatamente per cause naturali (classe 0). Solo nella zona a nord di Spoleto si individua un'area di limitata estensione in cui le acque rientrano in classe 3.

Tra i macrodescrittori, il problema qualitativo più diffuso è ancora una volta il tenore in nitrati quasi sempre superiore a 25 mg/l e frequentemente superiore a 50 mg/l. Altro problema è rappresentato dagli elevati valori nelle specie ioniche ferro, manganese e ammonio (che indicano l'esistenza di condizioni riducenti) in alcuni pozzi localizzati in un'area dove è nota la presenza di livelli acquiferi confinati.

Per quanto riguarda i microinquinanti, concentrazioni superiori ai limiti imposti dal decreto sono rari per tutto il periodo di monitoraggio.

Per i prodotti fitosanitari si evidenzia solo l'inquinamento in un punto a nord di Spoleto (terbutilazina) nel periodo 1998-2001.

Per i composti organo alogenati volatili la situazione è più compromessa. Nel primo periodo di monitoraggio si evidenziava una presenza diffusa nella fascia orientale tra Spoleto e Campello sul Clitunno quasi esclusivamente per il tetracloroetilene. Nel periodo 2002-2004 in questa area la concentrazione in composti organo alogenati volatili supera i limiti di legge in tre punti. La distribuzione in tutto il settore delle positività in concentrazione inferiore ai limiti di legge mostra una contaminazione diffusa in tetracloroetilene (composto che viene ritrovato in quasi tutti i punti in alcuni casi in modo persistente), cloroformio e carbonio tetracloruro. La presenza di dibromoclorometano e di cloroetano è invece limitata a poche stazioni di monitoraggio.

All'intero settore di acquifero viene assegnato Stato di Qualità Ambientale Scadente.

Tab. 185 - Valle Umbra freatico: Classe chimica per punti di monitoraggio periodi 1998-2001 e 2002-2004

	Numero punti per classe 1998-2001			Numero punti per classe 2002-2004		
	Classe Macro descrittori	Classe Parametri Addizionali	Classe chimica	Classe Macro descrittori	Classe Parametri Addizionali	Classe chimica
classe 1	0		0	0		0
classe 2	8		7	6		5
classe 3	18		13	17		13
classe 4	38	9	44	41	14	46
classe 0	10		10	10		10

Fonte: ARPA Umbria

Tab. 186 - Valle Umbra freatico: Stato Ambientale

Settore	Superficie (km ²)	Stato quantitativo prevalente	Stato chimico prevalente	Stato Ambientale
Settore di Petrignano d'Assisi	73	C	4 (classe 3 %)	Scadente
Settore Assisi Spello	78	B	4	Scadente
Settore di Foligno	86	B	4	Scadente
Settore Spoleto	78	B (classe C 24%)	4	Scadente

Fonte: ARPA Umbria

Acquifero confinato di Cannara

L'acquifero confinato di Cannara si sviluppa nella parte centro occidentale della valle nel tratto tra Spello e Assisi. Tale acquifero è in collegamento idraulico laterale con l'acquifero freatico della paleoconoide del Topino.

L'acquifero, nella sua porzione nord occidentale è sede di un campo pozzi per uso potabile. I prelievi, di entità crescente negli ultimi anni, hanno modificato fortemente in questa zona l'equilibrio naturale del sistema (classe C) inducendo una depressione considerevole della piezometrica fino a raggiungere quote inferiori a quella del tetto dell'acquifero. Un abbassamento generalizzato al di sotto di questa quota costituisce un elemento di grave criticità con effetti anche sulla qualità della risorsa in quanto mette in condizioni freatiche l'acquifero, provoca una inversione dei carichi idraulici rispetto alla falda freatica superficiale e favorisce l'arrivo in profondità dei carichi inquinanti. Il resto dell'acquifero presenta moderate condizioni di disequilibrio (classe B).

Le caratteristiche chimiche delle acque di questo acquifero denunciano in generale un basso impatto antropico.

La classe chimica caratteristica di questo acquifero è la classe 0 (acque naturalmente scadenti) legata alle elevate concentrazioni in ioni ammonio, ferro e manganese da imputarsi alle condizioni riducenti dell'acquifero in pressione. Frequenti anche acque in classe chimica 2 (impatto antropico ridotto e buona caratteristiche idrochimiche). La presenza di questa classe chimica viene interpretata come effetto di una "ossigenazione" di porzioni di acquifero per la ricarica proveniente dall'acquifero freatico della conoide del Topino. Tale fenomeno, caratteristico della fascia orientale, si verifica anche in prossimità del campo pozzi probabilmente indotto dalla maggiore dinamicità della falda.

Se l'alimentazione laterale dall'acquifero freatico da una parte porta ad un miglioramento delle sue caratteristiche chimiche naturali, dall'altra veicola in falda inquinanti. Le concentrazioni in nitrati ad esempio, in genere molto basse in tutto l'acquifero, tendono ad aumentare lungo il suo margine.

Per quanto riguarda i microinquinanti nel periodo 1998-2001 sono stati rilevati lungo il margine orientale prodotti fitosanitari (metobromuron e terbutilazina).

In ambedue i periodi di monitoraggio vengono rilevati composti organo alogenati volatili in concentrazioni inferiori ai limiti di legge ma con una contaminazione più evidente nel secondo periodo. Lungo il margine orientale si rilevano composti quali tetracloroetilene, triclorobenzene e cloroformio a conferma dell'arrivo di tali inquinanti attraverso l'alimentazione dall'acquifero freatico. Alcune positività, per gli stessi composti, si osservano, però, anche nella parte centrale dell'acquifero.

All'acquifero confinato viene assegnato Stato di qualità ambientale Particolare, in considerazione delle caratteristiche idrochimiche delle sue acque. Viene tuttavia sottolineata la criticità indotta dagli eccessivi prelievi a uso potabile che interessa tutto il settore nordoccidentale, e che porta, come evidenziato, sia ad un impatto quantitativo sulla disponibilità della risorsa, sia qualitativo in quanto favorisce la contaminazione verticale e laterale della falda.

Tab. 187 - Valle Umbra – confinato di Cannara: Classe chimica per punti di monitoraggio periodi 1998-2001 e 2002-2004

	Numero punti per classe 1998-2001			Numero punti per classe 2002-2004		
	Classe Macro descrittori	Classe Parametri Addizionali	Classe chimica	Classe Macro descrittori	Classe Parametri Addizionali	Classe chimica
classe 1	0		0	0		0
classe 2	5		4	5		5
classe 3	1		1	0		0
classe 4	1	2	3	1	0	1
classe 0	6		5	7		7

Fonte: ARPA Umbria

Tab. 188 - Valle Umbra – confinato di Cannara: Stato Ambientale

Settore	Superficie (km ²)	Stato quantitativo prevalente	Stato chimico prevalente	Stato Ambientale
Intero acquifero	61	C	0	Particolare

Fonte: ARPA Umbria

3.4.1.5 Conca Ternana

Nell'acquifero della Conca Ternana vengono distinti due settori: il settore della fascia pedemontana dei Monti Martani e quello alluvionale della Conca ad ovest di Terni. L'area urbana di Terni non è oggetto di monitoraggio per assenza di punti di osservazione.

Il settore della piana alluvionale, con elevata permeabilità e che beneficia della ricarica da parte del fiume Nera, è caratterizzato da assenza di evidenze di impatto quantitativo sulla risorsa e da acque con buone caratteristiche chimiche per quanto riguarda i macrodescrittori. Le concentrazioni in nitrati sono inferiori a 25 mg/l con valori tanto minori quanto più ci si avvicina al Nera, chiaro indizio dell'effetto di diluizione operata dalla alimentazione del fiume (classe 2). Nelle fasce laterali del tratto medio della Conca si evidenziano criticità legate alla contaminazione da microinquinanti di origine industriale (composti organo alogenati volatili e metalli). Il tetracloroetilene è presente in quasi tutta la rete di monitoraggio spesso in modo persistente. Il composto è associato alla presenza di triclorobenzene e frequentemente di 1.1.1-tricloroetano. La presenza di tali sostanze comporta il superamento dei valori soglia per i composti organo alogenati volatili in tre punti della rete di monitoraggio. In altri due punti, in destra del fiume Nera, sempre nel tratto medio della valle, vengono superati i limiti per piombo e nichel.

A tale settore viene associato lo Stato Ambientale Buono, pur sottolineando la criticità data dalla contaminazione da microinquinanti, che potrebbe portare ad un rapido deterioramento della qualità delle acque.

Il settore della fascia pedemontana dei Monti Martani è caratterizzato da un significativo impatto antropico sia di tipo quantitativo (classe C) che qualitativo (classe 4).

Tale acquifero è caratterizzato da medio bassa permeabilità e non beneficia della ricarica dall'acquifero carbonatico. In tali condizioni si ha un effetto di accumulo degli inquinanti immessi in falda. Le concentrazioni in nitrati sono per lo più superiori a 50 mg/l. Anche per questo settore si evidenzia contaminazione da composti organo alogenati volatili che portano al superamento dei valori di legge in un punto.

Al settore viene assegnato Stato di qualità Ambientale Scadente.

Tab. 189 - Acquifero della Conca Ternana: Classe chimica per punti di monitoraggio (periodi 1998-2001 e 2002-2004)

	Numero punti per classe 1998-2001			Numero punti per classe 2002-2004		
	Classe Macro descrittori	Classe Parametri Addizionali	Classe chimica	Classe Macro descrittori	Classe Parametri Addizionali	Classe chimica
classe 1	0		0	0		0
classe 2	14		12	19		14
classe 3	12		11	4		3
classe 4	3	3	6	6	6	12
classe 0	1		1	1		1

Fonte: ARPA Umbria

Tab. 190 - Acquifero della Conca Ternana: Stato Ambientale

Settore	Superficie (km ²)	Stato quantitativo prevalente	Stato chimico prevalente	Stato Ambientale
Conca alluvionale	34	A	2 (classe 4 %)	Buono
Fascia pedemontana dei monti Martani	4	C	4	Scadente

Fonte: ARPA Umbria

3.4.2 Acquiferi carbonatici

3.4.2.1 Monte Cucco

L'idrostruttura di Monte Cucco è caratterizzata da assenza di indizi di impatto antropico sia sull'aspetto qualitativo che quantitativo della risorsa.

La sorgente di Capo d'Acqua, la cui portata viene monitorata in continuo, presenta un regime a portata variabile con massimi di 170 l/s e minimi di circa 50 l/s.

Le principali sorgenti della struttura sono soggette a prelievi ad uso potabile che sfruttano la restituzione naturale senza effetti sulla disponibilità della risorsa idrica sotterranea. In considerazione di questo fatto, alla struttura viene attribuita classe quantitativa A.

Dal punto di vista chimico le acque rientrano in classe 1 o in classe 2 (Tab. 191). L'inserimento di acque in classe 2 (sorgente Scirca) non è dovuto ad impatto antropico ma ad un lieve arricchimento in solfati la cui origine è naturale.

Pertanto all'idrostruttura viene assegnato Stato di Qualità Ambientale Elevato (Tab. 192).

3.4.2.2 Monti delle Valli del Topino e del Menotre

Le sorgenti del bacino del Topino mostrano un regime a portata variabile. Le portate maggiori vengono registrate a S. Giovenale, dove i massimi superano i 700 l/s e i minimi sono intorno a 100-200 l/s. La sorgente Bagnara, invece, mostra massimi di circa 400 l/s e portate di magra fortemente ridotte fino a essere nulle a seguito di periodi particolarmente siccitosi. In generale le sorgenti monitorate in questo bacino hanno risentito in modo evidente della crisi idrica del 2001-2002. Nell'anno 2002 la fase di morbida è praticamente annullata e le portate medie calcolate sull'anno sono fortemente ridotte rispetto a quelle degli anni precedenti. Negli anni 2003-2005 si osserva un trend positivo. Dati di portata della sorgente Bagnara relativi all'ultimo trentennio evidenziano un generale trend negativo, con molta probabilità da imputare alla tendenza all'aumento della temperatura e diminuzione delle precipitazioni che caratterizzano l'Italia centrale nell'ultimo secolo. Nel bacino del Menotre la sorgente di Rasiglia Alzabove presenta un regime a portata subvariabile con massimi superiori a 330 l/s e minimi di circa 200 l/s. Anche la portata di questa sorgente ha risentito della crisi idrica del 2001-2002 mostrando tuttavia una maggiore capacità di recupero.

Le sorgenti monitorate sono tutte utilizzate a scopi idropotabili. I prelievi, tranne per la sorgente di Acquabianca (medio Topino), sfruttano i deflussi naturali senza pertanto interferire con la disponibilità della risorsa idrica sotterranea. Per la sorgente Acquabianca, dove, in fase di magra, si attinge mediante pozzi alle riserve permanenti, si individua invece un depauperamento della risorsa indotto dai prelievi.

Anche nella struttura di Gualdo Tadino e Nocera Umbra (alto Topino) sono presenti alcuni pozzi per uso idropotabile pubblico che intercettano le riserve permanenti dell'acquifero.

In sintesi, se da una parte l'idrostruttura non costituisce una risorsa idrica con potenzialità elevate, e a seguito di prolungati periodi siccitosi tende a "svuotarsi", dall'altra in base allo stato dei prelievi non è soggetta a impatti antropici significativi se non localmente. L'idrostruttura nel suo insieme può pertanto considerarsi in condizioni di equilibrio idrogeologico (classe A); condizioni di disequilibrio ancora sostenibili (classe B) vengono evidenziate nelle strutture di Gualdo e Nocera, e più significative nella struttura che alimenta la sorgente di Acquabianca (classe C).

Le caratteristiche idrochimiche delle acque sono buone. Le acque rientrano quasi tutte in classe 2, in un caso in classe 1 (Tab. 191). L'inserimento in classe 2 non è dovuto a impatto antropico ma ad un arricchimento in contenuto salino imputabile principalmente al tenore in ioni bicarbonato e calcio tipico di acque che circolano in rocce calcaree.

All'idrostruttura viene assegnato Stato di Qualità Ambientale Buono (Tab. 192).

3.4.2.3 *Monti della Valnerina*

L'idrostruttura dei Monti della Valnerina è caratterizzata da una elevata potenzialità naturale della risorsa e da prelievi molto limitati rispetto a questa. Le maggiori emergenze sono di tipo lineare lungo le aste fluviali principali e non vengono monitorate.

I prelievi quasi sempre utilizzano le restituzioni naturali senza quindi impatto sulla disponibilità della risorsa idrica sotterranea. Pertanto all'idrostruttura, nel suo complesso, viene attribuito lo stato quantitativo della classe A. Una criticità locale si verifica nell'area della sorgente Pacce, al margine meridionale della porzione umbra dell'idrostruttura, dove mediante pozzi si attinge alle risorse permanenti del sistema. Il monitoraggio quantitativo della sorgente ha evidenziato che tali prelievi hanno indotto un grave depauperamento della restituzione naturale, pertanto l'area viene inserita in classe C.

Un altro caso di sfruttamento delle riserve permanenti è la captazione realizzata all'interno della galleria di Forca Canapine nel nursino che preleva circa 100 l/s direttamente dalla falda intercettata nella scavo della galleria; di tali prelievi non si conoscono gli effetti. In prossimità della sorgente Argentina, nella Valle del T. Vigi, infine sono stati realizzati due pozzi che captano le riserve permanenti della sorgente destinati ad entrare in funzione in fase di emergenza.

Le caratteristiche chimiche delle acque sono pregiate senza indizi di impatto antropico (classe 1); solo in alcuni casi si osserva un arricchimento di origine naturale del contenuto salino per raggiungere valori caratteristici della classe 2 (Tab. 191).

All'idrostruttura viene assegnato Stato di qualità Ambientale Elevato (Tab. 192).

3.4.2.4 *Monti di Gubbio*

L'idrostruttura dei Monti di Gubbio, presenta segnali evidenti di compromissione quantitativa della risorsa indotta da fattori antropici (classe C). L'acquifero nei primi anni '90 è stato oggetto di un elevato sfruttamento delle risorse idriche immagazzinate, che ha comportato squilibri quantitativi notevoli in concomitanza con periodi idrologicamente negativi. L'assetto idrodinamico del sistema risulta lontano da condizioni di equilibrio cosa che rischia di compromettere l'uso della risorsa nel tempo.

Dal punto di vista chimico le acque rientrano in classe 1 o in classe 2 (Tab. 191). L'inserimento di acque in classe 2 non è dovuto a impatto antropico ma ad un lieve arricchimento in solfati e salinità totale la cui origine è naturale.

A causa della criticità quantitativa, all'idrostruttura viene assegnato Stato di qualità Ambientale Scadente.

3.4.2.5 *Monti di Narni e d'Amelia*

L'idrostruttura attualmente non è soggetta a prelievi di una certa consistenza se si fa eccezione per l'area della Pasquarella in prossimità del Lago di Corbara, nel settore settentrionale della struttura, dove è stato recentemente attivato un campo pozzi uso potabile. Escludendo pertanto la presenza di disequilibri indotti dai prelievi, all'idrostruttura viene attribuito stato quantitativo della classe A.

La struttura non è stata fino ad oggi oggetto di monitoraggio qualitativo, pertanto non è possibile la definizione del suo Stato chimico. In base a studi pregressi la falda di base dell'idrostruttura è caratterizzata da qualità delle acque naturalmente scadente per eccessiva mineralizzazione. L'acquifero intercettato dal campo pozzi, nel settore settentrionale della struttura, presso il Lago di Corbara, presenta, invece, buone caratteristiche chimiche delle acque.

Lo Stato di Qualità Ambientale dell'idrostruttura non viene definito per l'assenza della classificazione chimica.

3.4.2.6 Monti Martani

L'idrostruttura dei Monti Martani non ha punti di osservazione che consentano il monitoraggio quantitativo e qualitativo delle acque sotterranee. Attualmente è soggetta a prelievi molto limitati che certamente non possono costituire elemento di criticità per l'equilibrio idrogeologico della struttura, pertanto, in prima ipotesi gli viene attribuita Classe A.

L'acquifero principale di questa idrostruttura, che non dà luogo ad emergenze al suo interno, è caratterizzato da qualità delle acque naturalmente scadente per eccessiva mineralizzazione.

L'assenza di dati di monitoraggio non consente la classificazione chimica delle acque, pertanto non viene definito lo Stato di Qualità Ambientale dell'idrostruttura.

Tab. 191 - Acquiferi carbonatici: Classe chimica per punti di prelievo (periodi 1998-2001 e 2002-2004)

Corpo idrico	Numero punti per classe chimica 1998-2001					Numero punti per classe chimica 2002-2004				
	Classe	Classe	Classe	Classe	Classe	Classe	Classe	Classe	Classe	Classe
	1	2	3	4	0	1	2	3	4	0
Monte Cucco	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0
Monti delle valli del Topino e del Menotre	1	7	0	0	0	1	7	0	0	0
Monti della Valnerina	4	0	0	0	0	2	2	0	0	0
Monti di Gubbio	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0
Monti di Narni e d'Amelia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Monti Martani	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: ARPA Umbria

Tab. 192 - Acquiferi carbonatici: Stato Ambientale

Corpo idrico	Superficie (km ²)	Stato quantitativo prevalente	Stato chimico prevalente	Stato Ambientale
Monte Cucco	156	A	1	Elevato
Monti delle valli del Topino e del Menotre	460	A (classe C 1%)	2	Buono
Monti della Valnerina	1.148	A (classe C 1%)	1	Elevato
Monti di Gubbio	23	C	1	Scadente
Monti di Narni e d'Amelia	255	A	Non classificato	Non definito
Monti Martani	287	A	Non classificato	Non definito

Fonte: ARPA Umbria

3.4.3 Acquifero vulcanico

Sulla base dei dati di monitoraggio (attivo da pochi anni) non si evidenziano criticità di tipo quantitativo. L'acquifero mostra una scarsa variabilità delle portate delle sorgenti nonché dei livelli di falda, e una buona capacità di recupero a seguito di condizioni climatiche avverse. Considerando anche che l'acquifero è soggetto a prelievi per uso potabile e agricolo, in prima ipotesi, gli viene attribuita Classe B.

L'idrochimica delle acque è caratterizzata da una moderata compromissione per impatto antropico. La presenza di punti in classe 0 è legata a processi naturali di interazione acqua-roccia, che portano, in particolare nel settore orientale a sud di orvieto, ad un arricchimento in elementi quali il ferro, tra i macrodescrittori, e arsenico e fluoruri tra gli addizionali, fino al superamento dei limiti di legge.

Tab. 193 - Acquifero vulcanico: Classe chimica per punti di prelievo (periodi 1998-2001 e 2002-2004)

	Numero punti per classe chimica (periodo 2003-2004)		
	Classe Macro descrittori	Classe Parametri Addizionali	Classe chimica
classe 1	0		0
classe 2	5		4
classe 3	3		3
classe 4	1		1
classe 0	4	4	5

Fonte: ARPA Umbria

Alla luce dei dati esaminati, al settore orientale a sud di Orvieto viene assegnato Stato di Qualità Ambientale Particolare per le sue caratteristiche idrochimiche naturalmente scadenti. Ai settori centrale e occidentale viene assegnato Stato di Qualità Ambientale Buono.

Considerato che l'acquifero è monitorato da un periodo di tempo molto breve, tale classificazione deve essere considerata preliminare e potrà essere confermata o modificata in base ai risultati dei prossimi monitoraggi.

Tab. 194 - Acquifero Vulcanico Orvietano: Stato Ambientale

Settore	Superficie (km ²)	Stato quantitativo prevalente	Stato chimico prevalente	Stato Ambientale
Settore orientale a sud di Orvieto	63	B	0	Particolare
Settore centrale e occidentale	62	B	2	Buono

Fonte: ARPA Umbria

3.5 La classificazione dei corpi idrici secondo la Direttiva 2000/60/CE

La Direttiva Europea sulle Acque (WFD 2000/60/CE) definisce un quadro di riferimento per la protezione delle acque superficiali interne, delle acque di transizione, delle acque costiere e sotterranee, al fine di raggiungere, entro il 2015, uno stato “buono” per i corpi idrici europei (laghi, fiumi, acque sotterranee e costiere).

Per la definizione dello stato ambientale dei corpi idrici superficiali la Direttiva prevede tre fasi principali:

- 1) caratterizzazione dei tipi di corpi idrici principali, in base ai criteri indicati dall'allegato II. La Direttiva stabilisce che i corpi idrici, all'interno di ogni categoria (fiumi, laghi..), siano suddivisi in tipi. Il processo di caratterizzazione utilizzato dovrebbe portare all'individuazione di aree ecologicamente omogenee;
- 2) individuazione delle condizioni di riferimento, tipiche specifiche per i tipi di corpo idrico superficiale. Per ogni tipologia di corpo idrico superficiale, devono essere individuate condizioni di riferimento (idromorfologiche, fisico-chimiche e biologiche) che riflettano, quanto più possibile, condizioni naturali indisturbate ovvero di impatto antropico nullo o trascurabile rispetto alle caratteristiche naturali;
- 3) classificazione dello stato ecologico. Alle condizioni di riferimento individuate per ogni tipo, viene attribuito il valore di “Stato Elevato”, che serve come parametro di riferimento per la classificazione di ogni corpo idrico, effettuata sulla base dell'analisi degli elementi qualitativi previsti nell'allegato V. Il grado di deviazione dalle condizioni di riferimento servirà per stabilire l'appartenenza dei corpi idrici ad una delle 5 categorie di “stato ecologico”: elevato, buono, sufficiente, scarso, cattivo.

Il D.Lgs. 152/06 ed in particolare il Decreto attuativo 16 giugno 2008, n. 131 contenente il “Regolamento recante i criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici (tipizzazione, individuazione dei corpi idrici, analisi delle pressioni) per la modifica delle norme tecniche del Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n.152 recante “Norme in materia ambientale”, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 4, dello stesso decreto”, hanno recepito i contenuti della direttiva.

Per effetto della revisione delle reti di monitoraggio, avviata nel 2008, tutto il sistema di classificazione è in corso di attualizzazione ai sensi del D.Lgs. 152/06.

4 LE ZONE E LE AREE DA SOTTOPORRE A TUTELA

4.1 Aree sensibili

Il D.Lgs. 152/99, recependo la Direttiva comunitaria 91/271/CEE del 21 maggio 1991 concernente il "Trattamento delle acque reflue urbane", dettava, all'Allegato 6, i criteri per l'individuazione delle aree sensibili. Considerava area sensibile un sistema idrico classificabile in uno dei seguenti gruppi:

- laghi naturali, altre acque dolci, estuari ed acque del litorale già eutrofizzati, o probabilmente esposti a prossima eutrofizzazione, in assenza di interventi protettivi specifici;
- acque dolci superficiali destinate alla produzione di acqua potabile che potrebbero contenere, in assenza di interventi, una concentrazione di nitrati superiore a 50 mg/l;
- aree che necessitano, per gli scarichi afferenti, di un trattamento supplementare al trattamento secondario;
- laghi posti a un'altitudine sotto i 1.000 m. sul livello del mare e aventi una superficie dello specchio liquido almeno di 0.3 km².

Inoltre il decreto, all'art. 18, designava un primo elenco di aree sensibili:

- le aree lagunari di Orbetello, Ravenna e Piallassa-Baiona, le Valli di Comacchio, i laghi salmastri e il delta del Po;
- le zone umide individuate ai sensi della convenzione di Ramsar del 2 febbraio 1971, resa esecutiva dal DPR 13.03.1976, n. 448;
- le aree costiere dell'Adriatico nord occidentale, dalla foce dell'Adige al confine meridionale del Comune di Pesaro e i corsi d'acqua ad essi afferenti per un tratto di 10 Km dalla linea di costa.

Infine, raccomandava che nell'identificazione delle aree sensibili si prestasse particolare attenzione ai corpi idrici dove si svolgono attività tradizionali di produzione ittica.

L'individuazione di un'area sensibile è stata quindi posta in relazione al verificarsi di processi eutrofici nei corpi idrici o al rischio potenziale che tali processi si sviluppino. Con il termine "eutrofizzazione" viene indicato il processo di arricchimento delle acque in nutrienti (composti dell'azoto e del fosforo) che, accelerando il processo di proliferazione di alghe e forme superiori di vita vegetale, altera gli equilibri degli ecosistemi presenti nell'acqua. A questo proposito, l'art. 32 del D.Lgs. 152/99 individuava alcuni interventi da attuare volti a rimuovere il carico di fosforo e di azoto, nelle diverse forme in cui questi elementi si presentano, nelle acque reflue, negli scarichi da agglomerati urbani e da stabilimenti industriali.

In accordo con quanto previsto dalla Direttiva 91/271/CEE, il Ministero dell'Ambiente ha specificato che per area sensibile si intende il territorio che alimenta il corpo idrico dichiarato sensibile secondo i criteri sopra elencati, ovvero il suo intero bacino idrografico.

Nell'ambito del Documento di Aggiornamento del Piano di Risanamento delle Acque, la Regione Umbria ha effettuato una prima individuazione dei corpi idrici da designare come sensibili, sulla base dei risultati delle indagini svolte nel periodo 1990 – 1996.

In seguito, al fine di giungere alla effettiva designazione dei corpi idrici sensibili e dei relativi bacini drenanti, sono stati svolti studi e monitoraggi puntuali al termine dei quali sono state tratte le seguenti considerazioni:

- Lago di Piediluco: Il lago mostra condizioni eutrofiche. Il parametro che principalmente condiziona la qualità delle acque risulta essere il fosforo che rappresenta il fattore limitante. Le principali fonti di inquinamento da fosforo sono costituite dai reflui urbani dell'area del reatino, addotti al Lago attraverso il Fiume Velino e dagli impianti di itticultura dell'Alto Nera, idraulicamente connessi al Lago attraverso il Canale Artificiale del Medio-Nera. Il Piano Stralcio del Lago di Piediluco, dichiara lo specchio d'acqua area sensibile e il relativo bacino drenante zona vulnerabile al fosforo.*
- Palude di Colfiorito: la Palude, zona umida individuata ai sensi della Convenzione di Ramsar, è compresa tra le aree individuate in prima istanza come sensibili ai sensi dell'art. 18 del D.Lgs 152/99.*
- Dal monitoraggio svolto è stata evidenziata la non conformità del parametro trasparenza ai valori limite previsti dal medesimo decreto. E' altresì emersa la necessità di controllare l'apporto del fosforo e la produzione della clorofilla.*
- Lago di Alviano: il Lago rientra tra le aree naturali protette ai sensi della Direttiva Habitat 92/43/CE, recepita con DPR 357/97, che prevede la realizzazione di una rete europea di aree protette, indicata come "Natura 2000".*
- Caratteristica peculiare del lago, di natura artificiale e utilizzato a fini idroelettrici, è quella di dipendere idraulicamente dall'asta del Fiume Tevere che agisce sia come immissario principale che come emissario: la qualità delle acque è quindi fortemente correlata a quella delle acque fluviali in ingresso.*

- f) *Dai dati del monitoraggio si evidenzia un forte condizionamento delle acque in relazione alla scarsa profondità del lago. La non conformità dei parametri trasparenza e fosforo rappresenta in particolare l'elemento di maggiore criticità.*
- g) *Tratto del F. Nera tra il confine regionale e Scheggino e Tratto del F. Clitunno tra la sorgente e Casco dell'Acqua: i due corpi idrici sono caratterizzati da presenza di attività tradizionali di produzione ittica. Il monitoraggio mostra una buona qualità delle acque.*
- h) *Lago Trasimeno: Il Piano Stralcio del Lago Trasimeno dichiara lo specchio d'acqua area sensibile in quanto lago posto ad un'altitudine sotto i 1.000 m s.l.m., nonché con scarso ricambio idrico ove possono verificarsi fenomeni di accumulo di nutrienti. Dichiara inoltre il suo bacino di alimentazione zona vulnerabile ai nitrati di origine agricola e ai prodotti fitosanitari.*

Con Deliberazione di Giunta Regionale n. 274 del 12.03.2003, è stata effettuata la designazione dei corpi idrici sensibili sopra elencati e la perimetrazione dei loro bacini drenanti in quanto aree sensibili.

Per i corpi idrici, quali il lago Trasimeno e il Lago di Piediluco, il cui bacino idrografico è stato artificialmente ampliato, nell'area sensibile corrispondente viene inclusa anche la porzione del bacino artificiale.

L'area sensibile del Tratto del F. Nera tra il confine regionale e Scheggino è parzialmente ricompresa all'interno dell'area sensibile del Lago di Piediluco.

L'area sensibile del Lago di Alviano, il cui bacino drenante è l'intero bacino idrografico del Tevere a monte del lago, comprende l'area sensibile della Palude di Colfiorito e quella del tratto del F. Clitunno tra la sorgente e Casco dell'Acqua.

Con Deliberazione di Giunta Regionale n. 1717 del 10.11.2004, su richiesta dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno, è stata dichiarata sensibile anche la porzione umbra del bacino idrografico del Lago di Chiusi, dichiarato corpo idrico sensibile dalla Regione Toscana.

In base agli atti sopra elencati, ricade in area sensibile gran parte del territorio regionale; per la rimanente parte rappresenta territorio drenante un corpo idrico (Riserva naturale di Nazzano) dichiarato "sensibile" dalla Regione Lazio.

Tale considerazione ha portato nella Parte III del Piano a prevedere che, per effetto della normativa vigente per le aree sensibili, l'applicazione delle misure obbligatorie si dovrà intendere attuata ai territori del sottobacino del Nera solo a seguito della messa in atto di quanto previsto dall'Autorità di Bacino del Fiume Tevere nei bacini idrografici del fiume Nera e del fiume Velino. Tali azioni presumono attuazioni congiunte da parte delle regioni Marche, Abruzzo, Lazio e Umbria per esplicitare la loro effettiva efficacia.

In Fig. 66 vengono presentati i corpi idrici sensibili e le relative aree drenanti.

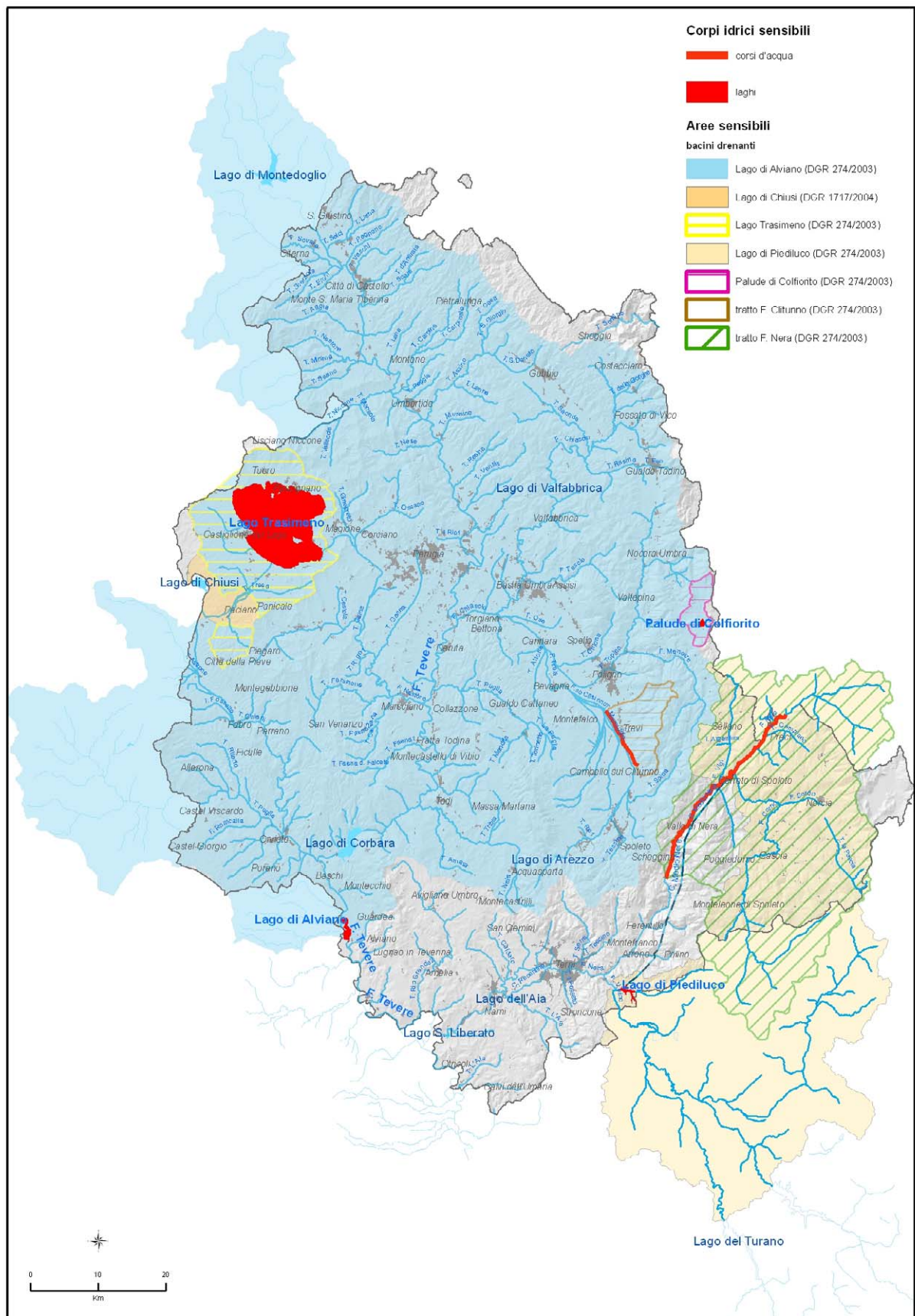


Fig. 66 – Aree sensibili

Fonte: ARPA Umbria

4.2 Zone vulnerabili da nitrati di origine agricola

Con la “Direttiva Nitrati” 91/676/CE del 12 dicembre 1991 per la “protezione delle acque dall’inquinamento provocato da nitrati provenienti da fonti agricole”, l’Unione Europea ha affrontato il problema dell’inquinamento diffuso da nitrati e ha delineato il percorso che ogni Stato membro doveva attuare per perseguire il duplice obiettivo di ridurre l’inquinamento idrico provocato o indotto dai nitrati provenienti da fonti agricole e impedire un ulteriore inquinamento.

L’individuazione delle “zone vulnerabili” e la predisposizione di “programmi d’azione” sono i passi fondamentali indicati dalla direttiva per la salvaguardia delle acque superficiali e profonde.

La Direttiva è stata recepita nelle sue parti essenziali con il D.Lgs. 152/99 in cui, l’art. 19 e l’Allegato 7, avevano dettato le modalità, i tempi e i criteri secondo i quali le Regioni, sentita l’Autorità di Bacino, dovevano procedere alla designazione e delimitazione delle “Zone vulnerabili da nitrati di origine agricola”.

Il D.Lgs. 152/99 considerava “zone vulnerabili” le zone di territorio che “scaricano direttamente o indirettamente composti azotati in acque già inquinate o che potrebbero esserlo in conseguenza di tali scarichi”.

Le “acque inquinate” sono state individuate, in base a tre criteri:

- 1) la presenza di nitrati o la loro possibile presenza ad una concentrazione superiore a 50 mg/L (espressi come NO₃) nelle acque dolci superficiali, in particolare quelle destinate alla produzione di acqua potabile;
- 2) la presenza di nitrati o la loro possibile presenza ad una concentrazione superiore a 50 mg/L (espressi come NO₃) nelle acque dolci sotterranee;
- 3) la presenza di eutrofizzazione oppure la possibilità del verificarsi di tale fenomeno nell’immediato futuro nei laghi naturali di acque dolci o altre acque dolci, estuari, acque costiere e marine.

Il D.Lgs. 152/06 ha sostanzialmente ripreso quanto riportato nelle precedenti disposizioni normative.

In Umbria la prima individuazione delle Zone vulnerabili da nitrati di origine agricola è stata effettuata tenendo conto di quanto previsto in due recenti atti di pianificazione regionale in materia di acque: il Documento di Aggiornamento del Piano Regionale delle Acque, che individuava come Zone vulnerabili da nitrati le aree di Petrignano di Assisi in Valle Umbra e di S. Martino in Campo in Media Valle del Tevere, e il Piano Stralcio del lago Trasimeno che individuava come Zona vulnerabile da nitrati l’intero bacino di alimentazione del Lago.

Con D.G.R. 1240/2002 l’area di Petrignano di Assisi è stata designata e perimetrata come zona vulnerabile da nitrati ai sensi del decreto. L’area perimetrata si estendeva per una superficie di 1.880 ettari in destra idrografica del Chiascio nel tratto tra Pianello e Bastia.

Con D.G.R. 881/2003 veniva designata l’area di S. Martino in Campo, estesa per 3.302 ettari in destra idrografica del fiume Tevere nel tratto tra Ponte San Giovanni e Deruta.

L’intero bacino del Trasimeno veniva dichiarato Zona vulnerabile da nitrati con D.G.R. 1090/2004.

Con gli stessi atti venivano individuate negli acquiferi alluvionali dell’Alta Valle del Tevere, della Conca Eugubina e della Valle Umbra, altre zone critiche che dovevano essere oggetto di studi di approfondimento.

Le zone individuate come critiche per il tenore in nitrati negli acquiferi alluvionali sono state oggetto di studi di approfondimento a partire dal 2003 con l’obiettivo di avere un quadro conoscitivo utile alla perimetrazione di ulteriori Zone Vulnerabili. Tali indagini sono state estese anche alle acque sotterranee del bacino del Trasimeno non ancora studiate.

In particolare, sono state svolte le seguenti attività:

- quattro campagne di monitoraggio con determinazione della concentrazione in nitrati delle acque sotterranee e misura del livello piezometrico su reti locali di dettaglio costituite da complessivi 338 pozzi;
- elaborazione statistica e geostatistica dei dati idrogeologici e chimici acquisiti;
- analisi delle caratteristiche pedologiche al fine di classificare i suoli in funzione della loro capacità di attenuazione;
- analisi dell’uso agrozootecnico del territorio ovvero delle colture ivi praticate e delle aree autorizzate alla fertirrigazione al fine di valutare il carico azotato immesso.

Dal confronto delle carte di distribuzione della concentrazione in nitrati per ciascuna area studiata sono state delimitate le aree in cui la concentrazione è risultata superiore, almeno in una campagna, al limite di 40 mg/l e, all’interno di queste, la fascia in cui almeno in una campagna il valore ha superato i 50 mg/l. Le aree così delimitate sono da intendersi quali zone del territorio le cui acque sotterranee hanno “presenza di nitrati o loro possibile presenza ad una concentrazione superiore a 50 mg/l (espressi come NO₃)” ovvero le “acque inquinate”. Secondo i criteri del decreto, vanno perimetrare come “Zone vulnerabili da nitrati di origine agricola” le porzioni di territorio che possono contribuire all’apporto di composti azotati in queste acque.

Per giungere alla loro delimitazione si è tenuto conto dei seguenti elementi:

- geometria delle porzioni di acquifero in cui le acque sono risultate “inquinata”;
- grado di vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento tratto dalle rispettive Carte di Vulnerabilità;
- capacità di attenuazione dei suoli;
- soggiacenza dell'acquifero;
- principali linee di flusso sotterraneo ricostruite sulla base dei dati piezometrici;
- presenza di alimentazione dagli acquiferi laterali;
- alimentazione da corpi idrici superficiali.

In particolare:

- 1) Tutte le aree in cui le acque sotterranee sono risultate “inquinata” sono state incluse nelle zone vulnerabili tenendo conto della alimentazione verticale del corpo idrico.
- 2) Quando in uno stesso corpo idrico, come in Conca Eugubina e nella Valle Umbra a sud del fiume Chiascio, erano presenti più aree, queste sono state ricomprese all'interno della stessa zona vulnerabile. La porzione di acquifero in destra del fiume Chiascio, sempre in Valle Umbra, ricade invece in un settore idrogeologicamente differenziabile dal resto dell'acquifero alluvionale. Pertanto viene individuata come zona vulnerabile distinta.
- 3) La componente orizzontale dell'alimentazione da parte di acquiferi laterali in contatto idraulico con l'acquifero alluvionale viene considerata prendendo in esame le porzioni di territorio interne o esterne al corpo idrico alluvionale che possono alimentare l'area inquinata, ed estendendo la zona vulnerabile fino a ricomprenderle.
- 4) In questa fase, elementi importanti di valutazione sono stati il grado di vulnerabilità delle aree in contatto idraulico con la porzione di acquifero inquinata e la capacità di attenuazione dei suoli.
- 5) E' stato ritenuto particolarmente importante proteggere le porzioni di territorio in cui si ha grado di vulnerabilità da alto a estremamente alto e capacità di attenuazione dei suoli bassa.
- 6) Sulla base dei dati piezometrici sono state ricostruite le direzioni principali del flusso sotterraneo. Ciò ha permesso di individuare, all'interno dello stesso corpo idrico alluvionale, quali porzioni alimentano le aree inquinate.
- 7) Non si è ritenuto necessario dover estendere le zone vulnerabili in funzione della componente orizzontale dell'alimentazione da corpi idrici superficiali, in quanto, in tutti i casi conosciuti in Umbria di alimentazione della falda alluvionale da parte di corsi d'acqua, si ha nelle acque sotterranee un effetto di diluizione con miglioramento della qualità. Questo in conseguenza del basso tenore in nitrati delle acque superficiali.

Per il Lago Trasimeno, considerando le sue caratteristiche di trofia, il criterio principale applicato per l'individuazione delle “acque inquinate”, già richiamato nel primo atto di designazione, è “la presenza di eutrofizzazione oppure la possibilità del verificarsi di tale fenomeno nell'immediato futuro”.

L'applicazione di questi criteri ha portato alla nuova definizione delle Zone Vulnerabili da nitrati della Regione Umbria approvata con D.G.R. 1201 del 19 luglio 2005 e così denominate (Fig. 67):

- “Settore orientale dell'Alta Valle del Tevere” che si estende nella porzione orientale dell'acquifero dell'Alta Valle del Tevere compresa tra gli abitati di S. Giustino e Città di Castello interessando una superficie di 2.594 ha all'interno del sottobacino Alto Tevere;
- “Gubbio” che si estende nell'area della Conca Eugubina prossima all'abitato di Gubbio interessando una superficie di 1.824 ha ricadente nei sottobacini Alto Tevere e Chiascio;
- “S. Martino in Campo” che si estende nella Media Valle del Tevere tra gli abitati di Ponte S. Giovanni e Marsciano interessando una superficie di 7.204 ha all'interno dei bacini Alto Tevere, Medio Tevere e Nestore; rappresenta l'estensione della Zona già dichiarata con D.G.R. 881/2003;
- “Petrignano di Assisi” che si estende nella porzione settentrionale della Valle Umbra in destra del fiume Chiascio e che interessa una superficie di 5.866 ha ricadente nel sottobacino Chiascio e marginalmente nel sottobacino Alto Tevere; comprende al suo interno la Zona già dichiarata con D.G.R. 1240/2002;
- “Valle Umbra a sud del fiume Chiascio” che si estende in Valle Umbra tra gli abitati di Assisi e Spoleto interessando una superficie di 20.438 ha del sottobacino Topino-Marroggia;
- “Lago Trasimeno” che comprende l'intero bacino idrografico del lago, e si estende a sud ovest a comprendere un'area ricadente nel bacino dell'Arno con acque sotterranee “inquinata” da nitrati. La zona si estende per una superficie di 38.394 ha di cui 37.645 in territorio umbro e 749 in territorio toscano; rappresenta l'estensione della Zona già dichiarata con D.G.R. 1090/2004.

Tab. 195 - Zone vulnerabili da nitrati di origine agricola: Superfici per sottobacino

Zona vulnerabile	Sottobacino	Superficie (ha)
Settore Orientale dell'Alta Valle del Tevere	Alto Tevere	2.594
Gubbio	Alto Tevere	1.174
	Chiascio	650
S. Martino in Campo	Alto Tevere	1.965
	Medio Tevere	4.579
	Nestore	660
Petrignano di Assisi	Alto Tevere	225
	Chiascio	5.641
Valle Umbra a sud del fiume Chiascio	Topino Marroggia	20.438
Lago Trasimeno	Trasimeno	37.645
	Arno	749

Fonte: ARPA Umbria

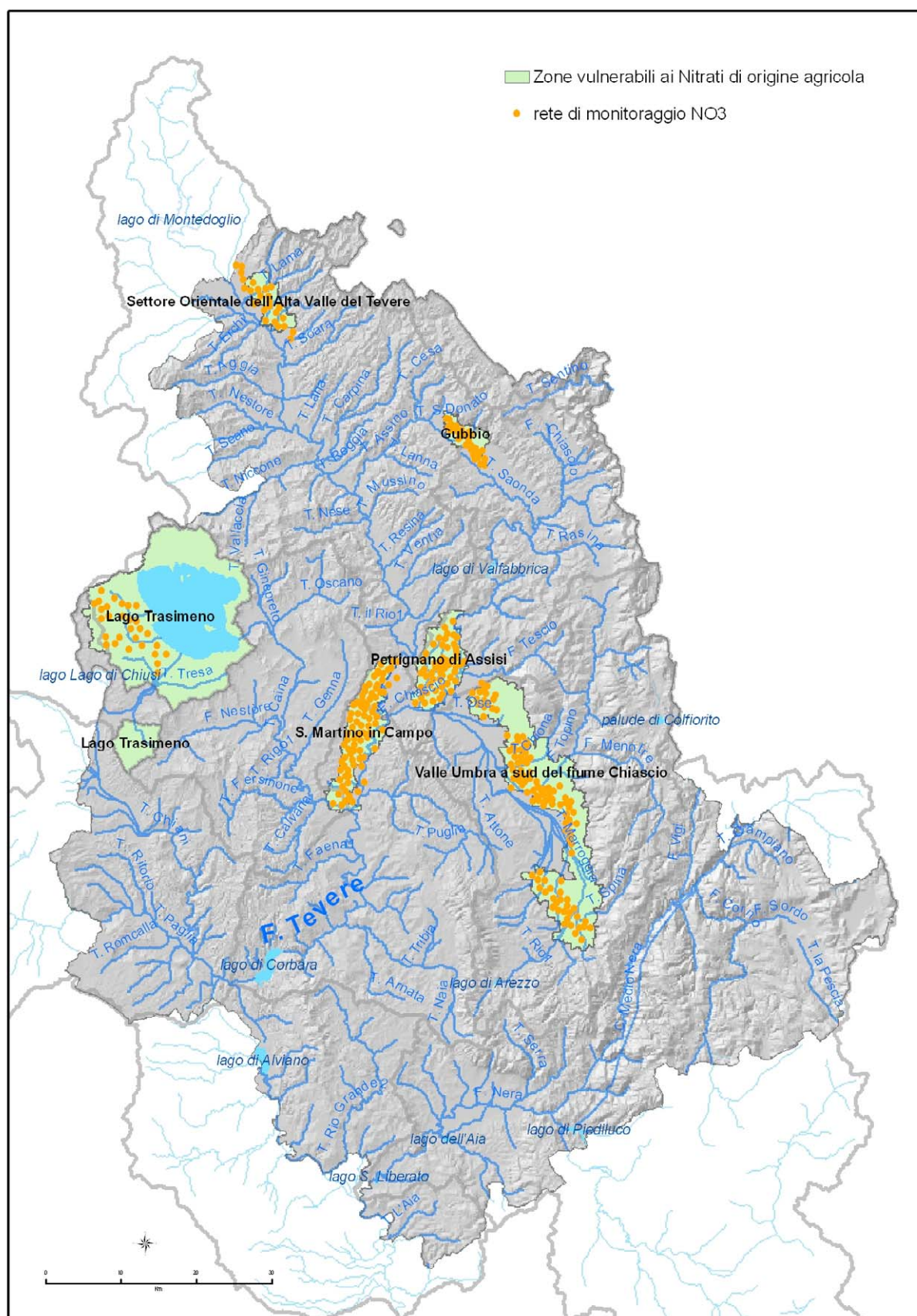


Fig. 67 – Zone vulnerabili da nitrati di origine agricola

Fonte: ARPA Umbria

4.3 Zone vulnerabili da prodotti fitosanitari e altre zone vulnerabili

4.3.1 Zone vulnerabili da prodotti fitosanitari

In base al D.Lgs. 152/99, art. 20, le Regioni dovevano individuare le aree in cui richiedere limitazioni o esclusioni d'impiego, anche temporanee, di prodotti fitosanitari autorizzati. Questo allo scopo di proteggere le risorse idriche e gli altri comparti ambientali rilevanti da possibili fenomeni di contaminazione.

All'Allegato 7, parte B, venivano individuati i criteri per la prima individuazione delle Zone vulnerabili da prodotti fitosanitari ai fini della tutela delle risorse idriche sotterranee. Successivamente alla prima individuazione, tenendo conto degli aspetti metodologici indicati nello stesso Allegato, le Regioni dovevano effettuare la seconda individuazione e la stesura di una cartografia di dettaglio delle zone vulnerabili da prodotti fitosanitari.

Per la prima individuazione delle zone vulnerabili dovevano essere considerate le aree per le quali le attività di monitoraggio avevano già evidenziato situazioni di compromissione dei corpi idrici sotterranei sulla base degli standard delle acque destinate al consumo umano.

La seconda individuazione doveva avvenire sulla base dei dati e delle conoscenze acquisiti con attività di studio e monitoraggio specificatamente attivate.

Ai fini della individuazione dei prodotti per i quali le amministrazioni potevano chiedere l'applicazione di eventuali limitazioni o esclusioni d'impiego, la norma prevedeva di avvalersi di parametri o indici che consentissero di raggruppare i prodotti fitosanitari in base al loro potenziale di percolazione.

In Umbria, con l'approvazione del Piano Stralcio del lago Trasimeno, è stato dichiarato Zona Vulnerabile da prodotti fitosanitari l'intero bacino idrografico del Lago (Fig. 68).

A partire dal 2003 sono stati attivati una serie di studi e indagini finalizzati sia alla verifica della Zona perimetrata sia alla perimetrazione di ulteriori Zone vulnerabili e alla definizione delle sostanze prioritarie da monitorare.

In primo luogo, è stata effettuata una verifica a scala regionale della presenza di aree "vulnerate" o vulnerabili partendo dai dati di monitoraggio disponibili, e dalla conoscenza del territorio.

La valutazione è stata sviluppata mediante un approccio multicriteriale che ha analizzato le condizioni di criticità legate alle caratteristiche idrogeologiche, climatiche, pedologiche e culturali del territorio umbro, e ha considerato tutti gli aspetti relativi all'uso dei principi attivi dei fitosanitari. L'analisi è stata supportata da una simulazione modellistica di previsione del destino dei fitofarmaci applicati ai terreni. Parallelamente sono stati attivati studi per la definizione dell'elenco dei principi attivi da ricercare in modo prioritario nelle acque umbre.

Nelle aree individuate sono state istituite reti di monitoraggio specifiche per i fitofarmaci e attivati programmi di controllo mirati.

4.3.1.1 Definizione elenco dei principi attivi da ricercare prioritariamente nelle acque

Ai fini della definizione dell'elenco delle sostanze prioritarie da ricercare nelle acque sotterranee ci si è basati sui seguenti elementi:

- risultati del monitoraggio di circa 40 principi attivi effettuato nel periodo 1998-2003 sulla rete di monitoraggio ambientale delle acque sotterranee ai sensi del D.Lgs. 152/99;
- elaborazione dei dati relativi alle vendite dei prodotti fitosanitari in Umbria nel periodo 1998-2000, forniti dal SIAN (Sistema Informativo Ambientale Nazionale del Ministero della Salute);
- calcolo di indici di rischio specifici per le acque sotterranee (GUS - Groundwater Ubiquity Score) e generici quali l'Indice di Priorità con definizione di elenchi di sostanze potenzialmente più a rischio.

Si è quindi giunti ad un primo elenco di principi attivi da ricercare come indicatori di contaminazione nelle acque sotterranee in Umbria:

- 1) Alachlor
- 2) Atrazina, Desetil (Met.)*
- 3) Bentazone*
- 4) Chloridazon*
- 5) Chlortoluron
- 6) Dicamba
- 7) Dimethomorph
- 8) Fluroxypyr
- 9) Imazametabenz
- 10) Lenacil*
- 11) Mecoprop*
- 12) Mcpa
- 13) Metalaxyl*
- 14) Metamitron*

- 15) Metobromuron
- 16) Metolachlor
- 17) Simazina
- 18) Terbutilazina

Con asterisco (*) sono evidenziate le sostanze pericolose ai sensi del DM 367/2003.

Un discorso analogo è stato sviluppato per i parametri indicatori per le acque superficiali, basandosi sui seguenti elementi:

- risultati del monitoraggio di alcuni principi attivi effettuato a partire dal 2000 sulla rete di monitoraggio ambientale delle acque superficiali ai sensi del D.Lgs. 152/99;
- risultati del monitoraggio di alcuni principi attivi effettuato nel 2004 con cadenza bimensile sui fossi afferenti al Lago Trasimeno, confrontati con il quadro delle colture presenti nell'area;
- elenchi delle sostanze monitorate dalle Agenzie per l'Ambiente di altre regioni (Gruppo di lavoro AAAF fitofarmaci).

L'elenco preliminare delle sostanze attive indicatori da ricercare nelle acque superficiali (corsi d'acqua e laghi) è il seguente:

- 1) Bentazone
- 2) Chloridazon*
- 3) Chlortoluron
- 4) Dicamba
- 5) Dimethomorph
- 6) Fluroxypir
- 7) Imazametabenz
- 8) Lenacil
- 9) Mcpa*
- 10) Mecoprop*
- 11) Metalaxyl
- 12) Metamitron
- 13) Metobromuron
- 14) Metolachlor
- 15) Terbutilazina

L'elenco delle sostanze da monitorare nelle acque superficiali viene completato con una lista di principi attivi selezionati tra i 58 fitosanitari compresi nell'elenco delle sostanze pericolose di cui al DM 367/2003. La selezione ha riguardato le sostanze attualmente in commercio che risultano utilizzate in Umbria in modo significativo:

- 1) 2, 4d
- 2) Alachlor
- 3) Cloridazon**
- 4) Chlorthalifos
- 5) Endosulfan
- 6) Fenitrothion
- 7) Linuron
- 8) Malathion
- 9) Mcpa**
- 10) Mecoprop**
- 11) Simazina

Vengono evidenziate con doppio asterisco (**) le sostanze già comprese nell'elenco precedente.

4.3.1.2 Individuazione delle Zone vulnerabili da prodotti fitosanitari negli acquiferi alluvionali umbri

Ai fini della individuazione delle Zone vulnerabili da prodotti fitosanitari nelle pianure alluvionali della regione, sede delle principali attività agricole, sono state condotte le seguenti analisi:

- simulazione modellistica del destino dei fitofarmaci applicati ai terreni;
- monitoraggio dei prodotti fitosanitari nelle acque sotterranee;
- confronto dei risultati.

Sono stati presi in considerazione gli ambiti degli acquiferi di pianura di rilevante interesse regionale, indicati dal Piano Urbanistico Territoriale della Regione Umbria (L.R. 24/2000). In queste aree sono compresi gli acquiferi dell'Alta Valle del Tevere, della Media Valle del Tevere, della Conca Eugubina e della Valle Umbra. L'estensione complessiva dell'area oggetto di studio è di 67.607 ha.

Alle aree individuate è stato applicato il modello di previsione del destino dei fitofarmaci MACRO DB2 utilizzando come indicatori il Mecoprop, per le colture vernine, ed il Metobromuron per quelle da rinnovo.

I fattori territoriali presi in esame sono stati:

- uso agricolo del suolo per operare le simulazioni considerando le colture effettivamente praticate nella zona;
- parametri meteorologici (piovosità e temperatura) che condizionano tanto la mobilità quanto la persistenza dei fitofarmaci;
- caratteristiche pedologiche dei terreni che condizionano la mobilità dei fitofarmaci;
- parametri idrogeologici che permettono il puntuale posizionamento della profondità di falda, altrimenti fissata dal modello a 2 metri.

Le simulazioni effettuate sono relative ad un periodo di 30 anni ipotizzando un trattamento annuale per ogni principio attivo. Per questo periodo sono stati elaborati i dati pluviometrici al fine di stimare le piogge medie con il metodo dei topoi.

I risultati della simulazione sono stati elaborati a scala di ambito omogeneo all'interno di ciascun topoi.

La simulazione ha mostrato maggiore propensione delle aree alla contaminazione per il Mecoprop, mentre il Metobromuron è risultato meno contaminante.

Alcune porzioni delle aree cui è stato applicato il modello, sono state selezionate come aree critiche in funzione dell'uso agricolo del territorio e della presenza di altri inquinanti di origine agricola nelle acque sotterranee.

In queste aree sono state eseguite indagini periodiche per la ricerca di principi attivi in falda, mirate in funzione delle colture praticate nel periodo precedente al monitoraggio. I risultati per l'anno 2004 hanno evidenziato un'elevata contaminazione da composti fenossiacidi utilizzati nelle colture vernine (Mecoprop in particolare), così come tracce residue di triazine e loro metaboliti.

I risultati analitici del monitoraggio confermano per alcune aree quanto simulato dal modello, per altre invece si evidenziano delle incongruenze.

Queste ultime si osservano soprattutto per le aree nei topoi di Perugia, Papiano, e Città di Castello dove sono state rilevate positività per alcune sostanze nelle attività di monitoraggio, mentre il modello non ha simulato mai concentrazioni di agrofarmaco in falda maggiori di 0,01 ppb.

Nella porzione centrale della Valle Umbra le simulazioni effettuate evidenziano in tutti i topoi una potenziale mobilità degli agrofarmaci, spesso confermata dai dati di monitoraggio. Solo nel topoi di Bevagna (zona Foligno) le simulazioni non indicano situazioni di potenziale contaminazione, mentre il monitoraggio rileva numerose positività.

Nella zona dell'Eugubino sia il modello sia i risultati del monitoraggio evidenziano una potenziale vulnerabilità agli agrofarmaci.

In sintesi, il monitoraggio ha confermato l'esistenza di situazioni vulnerate su tutte le aree critiche indagate, indicata, in modo particolare, dalla presenza nelle acque degli erbicidi utilizzati per le colture autunno vernine.

La modellistica ha confermato la condizione di vulnerabilità di alcune aree, mentre per altre ha evidenziato la necessità di un approfondimento del quadro pedologico nonché della prosecuzione di attività di monitoraggio per una più puntuale verifica della presenza di fitofarmaci.

In conclusione, gli studi condotti consentono una prima identificazione delle aree con problemi di vulnerabilità da prodotti fitosanitari, ma non sono ancora sufficienti per procedere alla perimetrazione delle Zone vulnerabili.

E' necessario sviluppare le attività conoscitive già avviate, mediante:

- approfondimento del quadro pedologico anche con l'acquisizione di dati diretti di campo;
- migliore definizione della potenziale mobilità degli agrofarmaci nelle aree di pianura;
- sviluppo e ottimizzazione dell'elenco di principi attivi prioritari regionali per il monitoraggio delle acque sotterranee e superficiali anche in considerazione dell'elenco di sostanze pericolose del DM 367/03;
- aggiornamento del quadro delle vendite di prodotti fitosanitari e valutazione dell'evoluzione del mercato nel tempo;
- esecuzione di campagne di monitoraggio integrative nelle aree critiche allargate alle aree limitrofe potenzialmente vulnerabili.

4.3.1.3 Il monitoraggio della Zona vulnerabile del Trasimeno

I controlli sul bacino del lago Trasimeno, individuato come Zona vulnerabile da prodotti fitosanitari dal Piano Stralcio dell'Autorità di Bacino del Tevere hanno riguardato le acque superficiali dei principali fossi alimentanti il lago e le acque del lago stesso.

I risultati ottenuti confermano la vulnerabilità del bacino, in particolare ai principi attivi Terbutilazina e Metolachlor, ritrovati in modo persistente nelle acque dei fossi e solo saltuariamente nelle acque del Lago.

I dati consentono di confermare il giudizio di vulnerabilità del sistema lacustre.

4.3.2 Aree soggette o minacciate da fenomeni di siccità, degrado del suolo e desertificazione

La Convenzione delle Nazioni Unite sulla lotta alla Siccità e alla Desertificazione (UNCCD), firmata a Parigi nel 1994 e ratificata dall'Italia con L. 170 del 4 giugno 1997, definisce il processo di desertificazione come “degrado del territorio nelle aree aride, semi aride e subumide secche, conseguente all'azione di vari fattori, incluse le variazioni climatiche e le attività umane”.

La stessa Convenzione stabilisce che ogni Paese aderente debba elaborare individualmente i fattori che contribuiscono alla desertificazione, individuando concrete strategie di intervento attraverso i Programmi di Azione Nazionale (PAN), integrati e rafforzati da quelli regionali e sub-regionali.

Di seguito vengono presentati i contenuti del Programma di Azione Nazionale che interessano direttamente la regione Umbria, oltretutto i risultati di uno studio condotto a scala nazionale per la valutazione delle aree sensibili a processi di desertificazione.

I processi che contribuiscono a vari livelli al degrado ambientale, rilevanti ai fini dell'individuazione delle aree vulnerabili ai fenomeni di desertificazione, risultano essere:

- gli eventi di siccità;
- il degrado del suolo (perdita di suolo, erosione diffusa, fenomeni franosi, compattazione, riduzione della sostanza organica);
- lo spopolamento e destrutturazione dell'agricoltura;
- il degrado e la riduzione delle aree boscate;
- la contaminazione del suolo e dei corpi idrici;
- l'eccessivo sfruttamento delle risorse idriche;
- la riduzione o il degrado della copertura vegetale (deforestazione, ecc.);
- l'urbanizzazione.

4.3.2.1 Programma Nazionale per la lotta alla siccità e alla desertificazione

Conformemente a quanto stabilito dalla Convenzione delle Nazioni Unite ed in ottemperanza alla L. 170/97, è stato istituito il Comitato Nazionale per la Lotta alla Desertificazione – CNLD (D.P.C.M. del 26/09/97) e avviato il Programma di Azione Nazionale per la lotta alla siccità e alla desertificazione – PAN (Delibera CIPE n. 229 del 21/12/99), secondo le linee guida approvate dal CNLD il 22/07/99.

Per quanto riguarda l'individuazione delle zone vulnerabili, il Programma fa propri i contenuti del D.Lgs. 152/99 che, all'art. 20 comma 2 recita “*Le Regioni e le Autorità di bacino verificano la presenza nel territorio di competenza di aree soggette o minacciate da fenomeni di siccità, degrado del suolo e processi di desertificazione e le designano quali zone vulnerabili alla desertificazione*”. Per tali aree, ai sensi del comma 3, sono adottate specifiche misure di tutela.

Ai sensi della Delibera CIPE n. 299 del 21/12/99 (“Approvazione delle specifiche per la predisposizione del Piano Nazionale per la lotta alla siccità e alla desertificazione”), l'Autorità di Bacino del Fiume Tevere ha individuato le zone vulnerabili, nonché le misure e gli interventi da adottare in ordine alla lotta alla siccità e desertificazione per l'invio al CNLD.

In particolare, nel territorio umbro è stata individuata una zona corrispondente al bacino idrografico naturale del lago Trasimeno (Fig. 68). L'area delimitata comprende i Comuni di Castiglione del Lago, Città della Pieve, Lisciano Niccone, Magione, Paciano, Panicale, Passignano, Piegara e Tuoro sul Trasimeno nella Regione Umbria e Cortona nella Regione Toscana.

I fenomeni osservati che hanno determinato la delimitazione sono l'abbassamento del livello del lago rispetto allo zero idrometrico e l'aumento della concentrazione di inquinanti nelle acque del lago stesso.

Nell'ambito del Piano Stralcio per il Lago Trasimeno vengono inoltre individuate specifiche misure di mitigazione che il Piano di Tutela fa proprie e che sono descritte in dettaglio nella Parte III, Sez. IV.

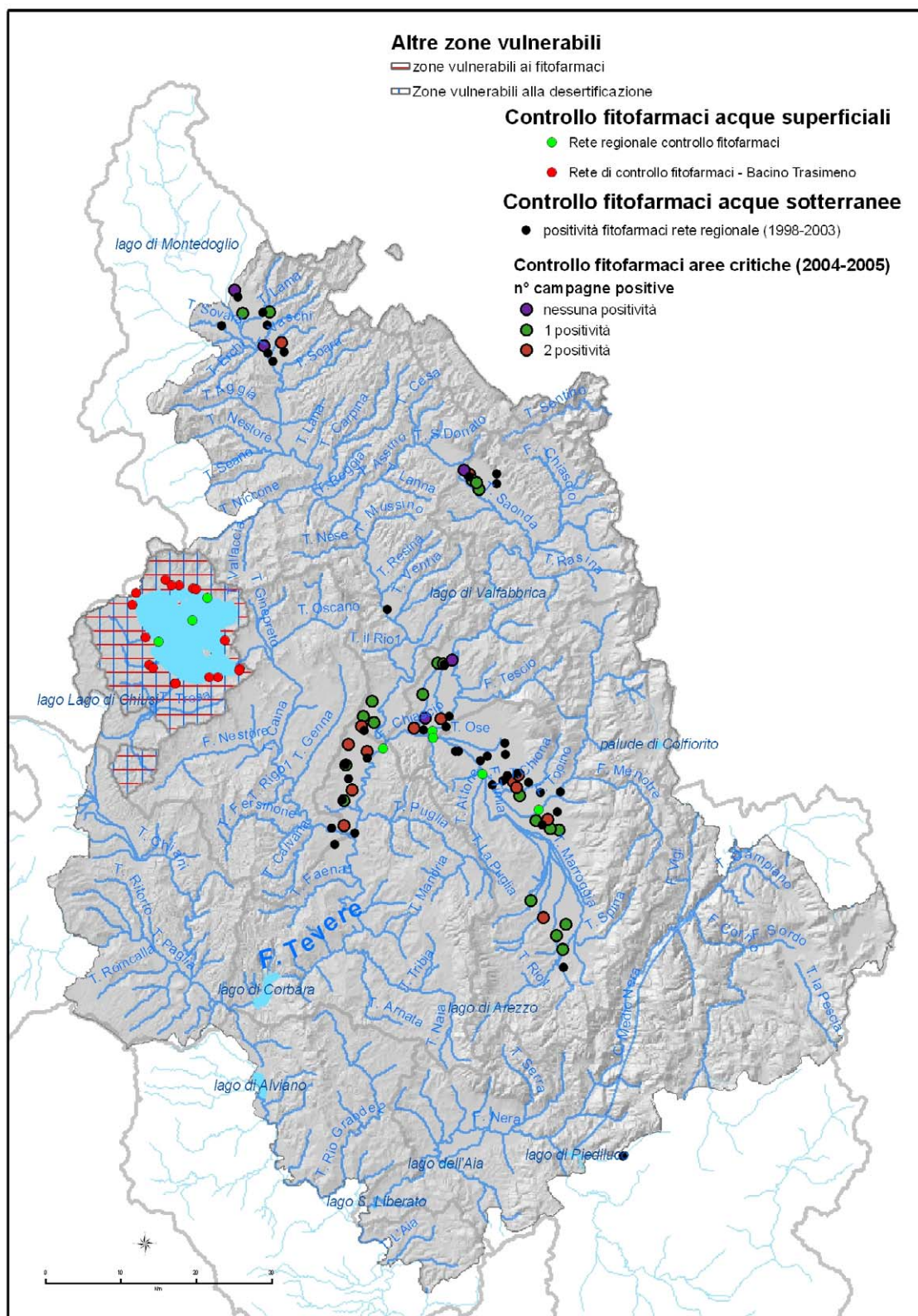


Fig. 68 – Zone vulnerabili da prodotti fitosanitari e altre zone vulnerabili

Fonte: ARPA Umbria

4.3.2.2 Individuazione delle aree sensibili alla desertificazione – Annuario APAT 2004

L'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici, ha effettuato una valutazione delle aree a rischio di desertificazione presenti sul territorio nazionale, ovvero del grado di reattività degli ecosistemi agli stress prodotti da agenti esterni (biologici, geodinamici, climatici, pressione antropica, ecc.).

La valutazione è stata ottenuta attraverso la costruzione di un indicatore relativo al fenomeno della desertificazione, basato sull'analisi degli andamenti di alcuni indici ambientali e socio-economici.

La metodologia applicata fa riferimento al metodo MEDALUS (Mediterranean Desertification and Land Use), che individua e classifica le aree a rischio di desertificazione nelle categorie: critiche, fragili, potenziali e non affette, attraverso la combinazione di vari parametri relativi a quattro categorie di indici:

- qualità del suolo: roccia madre, tessitura, profondità e pendenza;
- clima: indice di aridità definito dal rapporto tra precipitazione media annua ed evapotraspirazione potenziale media annua;
- vegetazione (protezione dall'erosione, resistenza all'aridità, copertura vegetale e rischio d'incendio);
- gestione del territorio.

Nell'ambito del progetto DISMed, promosso dal Segretariato della UNCCD e realizzato dall'Agenzia Europea per l'Ambiente e dalla Fondazione per la Meteorologia Applicata, il cui obiettivo è la creazione di un sistema informativo comune per il monitoraggio delle condizioni fisiche e socio-economiche nelle aree a rischio del bacino del Mediterraneo, è stata pertanto prodotta una carta alla scala 1:1.250.000 della sensibilità alla desertificazione. I risultati vengono espressi attraverso dei punteggi, compresi tra 1 e 2, attribuiti ai singoli strati utilizzati e appartenenti alle categorie suolo, clima, e vegetazione. L'indice finale ESAs (Environmentally Sensitive Areas) viene stimato come la media geometrica delle suddette categorie e l'appartenenza alle diverse classi individua aree a sensibilità molto bassa, bassa, media, alta e molto alta. La carta finale del progetto è pubblicata nell'Annuario dei dati Ambientali redatto dall'APAT nell'anno 2004. Un estratto della stessa carta relativo al solo territorio umbro è riportato in Fig. 69.

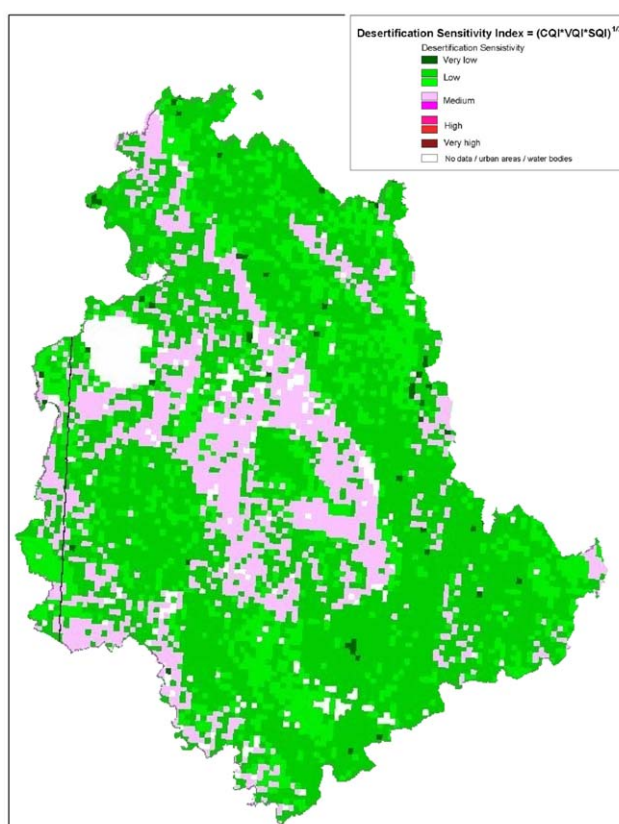


Fig. 69 – Estratto della Carta “Map of Sensitivity to Desertification and Drought in the Mediterranean Basin, Italy” – Progetto DISMed

Fonte: Annuario dei Dati ambientali, APAT 2004

4.4 Aree di salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano

L'art. 21 del D.Lgs. 152/99 prevedeva che le Regioni, per mantenere e migliorare le caratteristiche qualitative delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano erogate a terzi mediante impianto di acquedotto di pubblico interesse, individuino le aree di salvaguardia, distinte in zone di tutela assoluta e zone di rispetto, nonché, all'interno dei bacini imbriferi e delle aree di ricarica della falda, le zone di protezione.

La Conferenza permanente per i rapporti tra lo Stato, le Regioni e le Province Autonome ha sancito, in data 12 dicembre 2002, l'Accordo concernente: "Linee guida per la tutela delle acque destinate al consumo umano e criteri generali per l'individuazione delle aree di salvaguardia delle risorse idriche di cui all'art. 21 del D.Lgs. 11 maggio 1999, n. 152" e contenente i criteri per la delimitazione delle aree di salvaguardia di pozzi, sorgenti e captazioni di acque superficiali.

La Regione Umbria, con D.G.R. n. 1421 del 1 ottobre 2003 ha formalmente recepito tale Accordo.

Successivamente, con D.G.R. n. 1968 del 22 dicembre 2003, è stata emanata la Direttiva Regionale concernente: "Delimitazione delle aree di salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano di cui all'art. 21 del D.Lgs. 152/99 e s.m.i.", che disciplina i criteri e le modalità di presentazione, da parte delle Autorità di Ambito e dei concessionari di acque minerali, delle proposte di perimetrazione delle aree di salvaguardia delle acque destinate al consumo umano.

Tale Direttiva individua le seguenti tre classi di importanza dei punti di captazione:

- punti di importanza strategica, aventi portate prelevabili pari o superiori a 30 l/s o che siano destinati a rifornire uno o più centri abitati, per una popolazione servita complessiva di almeno 6.000 abitanti;
- punti di importanza generale, aventi portate prelevabili comprese tra 10 l/s e 30 l/s o che siano destinati a rifornire uno o più centri abitati, per una popolazione servita complessiva compresa tra 2.000 e 6.000 abitanti;
- punti di importanza locale, aventi portate prelevabili inferiori a 10 l/s o che siano destinati a rifornire uno o più centri abitati, per una popolazione servita complessiva inferiore a 2.000 abitanti.

Per ciascuna classe viene inoltre indicata la tempistica di presentazione delle proposte di perimetrazione.

L'elenco dei punti di captazione di importanza strategica che alimentano acquedotti di pubblico interesse per ciascuna Autorità di Ambito è riportato in Tab. 196.

Tab. 196 – Punti di captazione di importanza strategica che alimentano acquedotti di pubblico interesse per Autorità di Ambito

A.A.T.O.	DENOMINAZIONE PUNTO
1	POZZI ACQUEDOTTO PETRIGNANO
	CAMPO POZZI S. GIOVENALE
	CAMPO POZZI LE CESE
	CAMPO POZZI PIOSINA
	CAMPO POZZI RAGGIO
	CAMPO POZZI MOCAIANA
	CAMPO POZZI BOTTACCIONE
	CAMPO POZZI CANNARA
	CAMPO POZZI MASSA MARTANA (S. MARIA IN PANTANO)
	CAMPO POZZI MADONNA DELLA PASQUARELLA
	CAMPO POZZI MIGIANA
	SORGENTE BAGNARA + ARETUSA
	SORGENTE VACCARA
	SORGENTE SCIRCA
	SORGENTE S. MARZIO
2	CAMPO POZZI + SORGENTE PACCE
	CAMPO POZZI FONTANA DI POLO
	CAMPO POZZI S. FRANCESCO
	SORGENTE SUGANO
	CAMPO POZZI PESCHIERA
	SORGENTE PESCHIERA
	POZZO BOTTO
	SORGENTE LA LUPA
	CAMPO POZZI LE CROCI
	CAMPO POZZI COSPEA
	CAMPO POZZI CERASOLA
	CAMPO POZZI ARGENTELLO

A.A.T.O.	DENOMINAZIONE PUNTO
3	POZZO CANTONE
	POZZO COLFIORITO PRATARELLE
	CAMPO POZZI S. PIETRO 1
	CAMPO POZZI S. PIETRO 2
	POZZO S. GIACOMO A.S.E.
	SORGENTE ACQUABIANCA
	SORGENTE CAPODACQUA
	SORGENTE RASIGLIA ALZABOVE
	SORGENTE MONTEFIORELLO
	SORGENTE BOSCHETTO
	SORGENTE PETTINARA
	SORGENTE ARGENTINA
	SORGENTE CAPREGNA
	SORGENTE S. MARIA AVVOCATA
	SORGENTE PESCIA ALTA E BASSA
	POZZO OSTERIACCIA
	SORGENTE VENE DEL TEMPIO

Fonte: ARPA Umbria

Per quanto riguarda i punti di captazione delle acque minerali vengono individuate 14 concessioni oggetto di perimetrazione.

L'iter procedurale per l'approvazione delle perimetrazioni delle aree di salvaguardia e delle zone di protezione è disciplinato dalla Direttiva Regionale concernente: "Delimitazione delle aree di salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano di cui all'art. 21 del D.Lgs. 152/99 e s.m.i.", approvata con D.G.R. n. 1968 del 22 dicembre 2003.

Il contenuto della direttiva tecnica sarà riallineato ai disposti dell'art. 94 del D.Lgs. 152/06.

In particolare, per quanto riguarda la disciplina delle aree perimetrate, l'art. 94 del D.Lgs. 152/06 dispone che: "Nella zona di rispetto sono vietati l'insediamento dei seguenti centri di pericolo e lo svolgimento delle seguenti attività:

- dispersione di fanghi e acque reflue, anche se depurati;
- accumulo di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi;
- spandimento di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi, salvo che l'impiego di tali sostanze sia effettuato sulla base delle indicazioni di uno specifico piano di utilizzazione che tenga conto della natura dei suoli, delle colture compatibili, delle tecniche agronomiche impiegate e della vulnerabilità delle risorse idriche;
- dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche provenienti da piazzali e strade;
- aree cimiteriali;
- apertura di cave che possono essere in connessione con la falda;
- apertura di pozzi a eccezione di quelli che estraggono acque destinate al consumo umano e di quelli finalizzati alla variazione dell'estrazione e alla protezione delle caratteristiche qualitative quantitative della risorsa idrica;
- gestioni di rifiuti;
- stoccaggio di prodotti ovvero sostanze chimiche pericolose e sostanze radioattive;
- centri di raccolta, demolizione e rottamazione di autoveicoli;
- pozzi perdenti;
- pascolo e stabulazione di bestiame che ecceda i 170 chilogrammi per ettaro di azoto presente negli effluenti, al netto delle perdite di stoccaggio e distribuzione. È comunque vietata la stabulazione di bestiame nella zona di rispetto ristretta.

Per gli insediamenti o le attività preesistenti, ove possibile e comunque ad eccezione delle aree cimiteriali devono essere adottate le misure per il loro allontanamento; in ogni caso, deve essere garantita la loro messa in sicurezza.

Le Regioni inoltre, all'interno delle zone di rispetto, sono tenute a disciplinare le seguenti infrastrutture od attività:

- fognature;
- edilizia residenziale e relative opere di urbanizzazione;
- opere viarie, ferroviarie ed in genere infrastrutture di servizio;
- le pratiche agronomiche e i contenuti dei piani di utilizzazione."

Per le zone di protezione, invece, la normativa prevede che si possano adottare misure relative alla destinazione del territorio interessato, limitazioni e prescrizioni per gli insediamenti civili, produttivi, turistici, agroforestali e zootecnici da inserire negli strumenti urbanistici comunali, provinciali, regionali, sia generali sia di settore.

Infine, le zone di riserva sono definite nell'Accordo Stato-Regioni come le zone interessate da risorse idriche pregiate, che possono essere delimitate e gestite per preservare nel tempo la quantità e qualità delle acque, anche ai fini della possibilità di un loro futuro utilizzo.

Lo stesso Accordo prevede che tali zone, in considerazione della notevole rilevanza che assumono ai fini dell'approvvigionamento idrico e delle elevate caratteristiche quali-quantitative delle loro acque, vengano individuate sulla base delle indicazioni emergenti dagli strumenti di pianificazione di settore, regionale o locale, ed anche delle disposizioni di cui al D.P.C.M. 4 marzo 1996.

5 LE CONDIZIONI IDROLOGICHE DEI CORPI IDRICI

5.1 Regime idrologico dei corpi idrici superficiali significativi

5.1.1 Fiumi

È noto che il deflusso di un corso d'acqua è sempre costituito da due componenti principali: il deflusso superficiale, direttamente legato alle precipitazioni, e il deflusso di base, legato all'alimentazione dalle falde sotterranee e quindi dipendente dalle caratteristiche idrogeologiche del bacino idrografico.

La componente del deflusso di base può essere espressa dall'indice di deflusso di base (BFI), di norma in termini percentuali, che quantifica l'entità dei deflussi rilasciati dalle formazioni acquifere. Tale indice, oltre ad essere facilmente calcolabile a partire dai dati di portata osservati, risulta fortemente correlato alle caratteristiche idrogeologiche del bacino.

Nel lavoro "Genesi e regime di portata delle acque continentali del Lazio" (Boni et al., 1993) sono stati stimati i principali parametri idrologici per alcuni corsi d'acqua della regione (Tab. 197). Nello specifico sono stati stimati per le stazioni di cui si erano disponibili serie storiche di portata il BFI, la portata media, la media delle portate giornaliere minime del trimestre estivo (A), la media delle portate giornaliere minime del trimestre invernale (B).

Tab. 197 - Parametri idrologici del bacino del fiume Tevere

Stazione Idrometrica	Quota (m s.l.m.)	Area (km ²)	Periodo Osservazione	Portata Media (m ³ /s)	BFI	A (m ³ /s)	B (m ³ /s)	A/B
Tevere a S.Lucia	261	934	40-43 49-62 64-68 70-71	13.5	0.11	1.04	8.23	0.13
Tevere a P. Felcino	198	2033	40-42 47-62 64-65 67-68 70- 73	25.6	0.08	1.44	16.6	0.09
Topino a P. Bettona	175	1220	40-42 50-62 64 66-68 70-73	11.1	0.35	2.90	9.62	0.30
Chiascio a Torgiano	169	1956	40-42 47-62 64- 65 67-68 70-78	20.1	0.32	4.84	15.5	0.31
Tevere a Ponte Nuovo	163	4147	40-42 46-68 70- 80	47.9	0.19	6.27	34.4	0.18
Tevere a Corbara	90	6075	49-62	54.0	0.10	3.68	35.8	0.10
Chiani a Ponte di Morrano	130	422	40-42 47-62 64- 67 70-78 80	4.31	0.12	0.32	2.59	0.12
Paglia a Orvieto	96	1320	54-59 70-71	12.9	0.10	0.62	6.71	0.09
Tevere a Baschi	76	7443	40-43 45-62	73.5	0.13	6.46	48.1	0.13
Velino a Terria	370	2076	40-43 47-74	41.3	0.69	22.3	30.6	0.73
Nera a Torre Orsina	210	1445	40-43 49-62 64- 68 70-74	25.5	0.84	21.0	24.5	0.86
Nera a Macchiagrossa	97	4020	40-43 47-57	74.4	0.80	42.2	67.9	0.62
Tevere a Passo S. Francesco	40	12701	40 50-58	159	0.51	62.9	136	0.47

Fonte: "Genesi e regime di portata delle acque continentali del Lazio" (Boni et al., 1993)

5.1.1.1 Alto Tevere

Gli elementi principali del reticolo idrografico della porzione umbra del sottobacino sono il tratto di asta del Tevere dal confine con la regione Toscana e la confluenza con il fiume Chiascio e le aste dei suoi principali affluenti in territorio umbro: torrenti Cerfone, Nestore e Niccone in destra idrografica, Carpina e Assino in sinistra idrografica. Tali corsi d'acqua sono generalmente caratterizzati da bacini di ampiezza limitata.

L'idrologia del tratto di Tevere qui considerato è fortemente dipendente dalla gestione dell'invaso di Montedoglio realizzato in territorio toscano, mediante sbarramento sul tratto iniziale del fiume.

In questo sottobacino sono localizzate nove stazioni idrometriche: tre lungo l'asta principale, una lungo il torrente Cerfone, una lungo il suo affluente Sovara, una lungo il Niccone, una lungo il torrente Carpina, e due lungo il torrente Assino.

Le tre stazioni idrometriche del fiume Tevere sono localizzate a S.Lucia, a sud di Città di Castello in corrispondenza della soglia morfologica che delimita a sud l'Alta Valle del Tevere, Pierantonio, a sud di Umbertide, e Ponte Felcino, a nord della città di Perugia.

Per le stazioni di S. Lucia e di Ponte Felcino si dispone di dati idrometrici storici. Nel lavoro di Boni et al. l'elaborazione di questi dati, ha permesso di stimare la portata media a S.Lucia in $13,5 \text{ m}^3/\text{s}$, e nella stazione di Ponte Felcino in circa il doppio, $25,6 \text{ m}^3/\text{s}$. Se vengono considerati i contributi specifici della due porzioni di bacino, queste risultano di 15 l/s/km^2 per la prima sezione e 13 l/s/km^2 per la seconda, indicando un'omogeneità nel comportamento idrogeologico. L'intera porzione di bacino a monte della stazione di Ponte Felcino, infatti, presenta un substrato costituito da depositi terrigeni e da complessi alluvionali recenti. Per ambedue le stazioni, nel periodo di riferimento, il deflusso di base risulta molto basso e la variabilità stagionale elevata.

Tali dati indicano un regime di portata fortemente irregolare, con una accentuata variabilità stagionale e portate di magra molto limitate. Consistenti incrementi di portata si verificano nel periodo invernale, e sono legati al ruscellamento superficiale. Si ha quindi una risorsa idrica precaria, abbondante nel periodo invernale e scarsa in quello estivo.

I dati di portata relativi agli ultimi anni, disponibili per alcune delle stazioni sopra elencate, confermano per i corsi d'acqua di questa porzione di bacino uno spiccato regime torrentizio, con forte variabilità e scarsa consistenza delle portate idriche (Fig. 70).

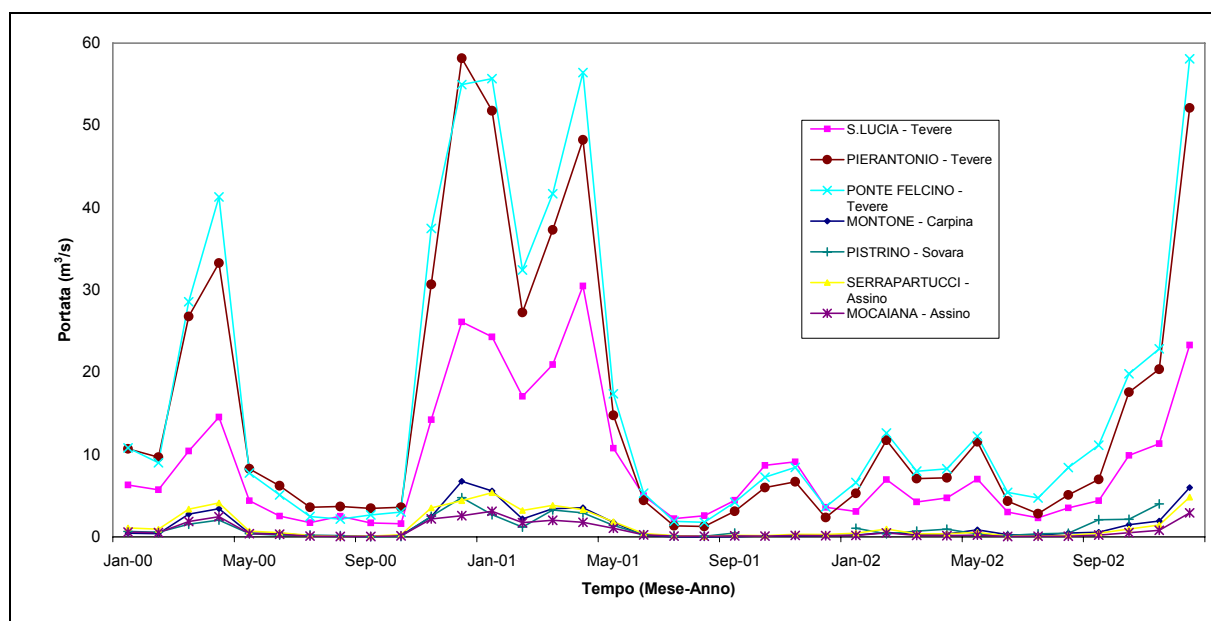


Fig. 70 - Portata media mensile nelle stazioni idrometriche dell'Alto Tevere

Fonte: Elaborazioni ARPA su dati del Servizio Idrografico Regionale

5.1.1.2 Medio Tevere

Il tratto di fiume Tevere compreso nel sottobacino denominato "Medio Tevere" va dalla confluenza del fiume Chiascio fino a monte della confluenza con il fiume Paglia. Il bacino complessivamente sotteso dalla sezione di chiusura ha una superficie di circa 5.764 km^2 di cui 5.026 in territorio umbro e comprende l'Alto Tevere, i sottobacini del Chiascio (e del sistema Topino-Marroggia) e del Nestore.

Gli elementi principali del reticolo idrografico di questa porzione di bacino sono il tratto dell'asta del Tevere sopra descritto e le aste di due affluenti minori, il torrente Puglia e il torrente Naia, entrambi in sinistra idrografica. I due principali affluenti di questo tratto di Tevere, il Chiascio e il Nestore, vengono infatti trattati separatamente.

Poco a monte della confluenza con il fiume Paglia, è stato realizzato uno sbarramento per la creazione del lago artificiale di Corbara.

In questo sottobacino la rete regionale comprende quattro stazioni idrometriche: due lungo l'asta principale, una lungo il torrente Puglia e una lungo il torrente Naia. Fino ai primi anni '60 era attiva una stazione idrometrica a Corbara.

Le due stazioni idrometriche attive lungo l'asta principale sono localizzate a Ponte Nuovo, a valle della confluenza col fiume Chiascio, e a Monte Molino a nord di Todi.

Analizzando i dati storici disponibili per le stazioni di Ponte Nuovo e Corbara, si evidenzia (Boni et al., 1993) che la portata media storica per la sezione di Ponte Nuovo è circa $48 \text{ m}^3/\text{s}$, e la portata specifica è pari a 12 l/s/km^2 , valore analogo a quello stimato a Ponte Felcino. La geologia del bacino sotteso, infatti, è ancora molto simile a quella descritta per l'Alto Tevere.

Alla sezione di Corbara risultava una portata media di soli $54 \text{ m}^3/\text{s}$, nonostante il bacino sotteso presenti un'estensione ben maggiore di quello sotteso dalla stazione di Ponte Nuovo. L'incremento di portata media è di soli $6 \text{ m}^3/\text{s}$ e il contributo specifico scende a 9 l/s/km^2 . La portata di magra estiva diminuisce tra Ponte Nuovo e Corbara di $2,5 \text{ m}^3/\text{s}$. Questo comportamento anomalo, non trova giustificazione nella geologia dell'area, ma era, con molta probabilità, conseguenza dei prelievi effettuati nel periodo estivo. Il regime di portata anche a Corbara è estremamente irregolare, con un indice del deflusso di base inferiore al 20%.

Analizzando i dati idrologici degli anni più recenti (2000-2004), si osserva come, alla sezione di Ponte Nuovo, il Tevere sia caratterizzato da portate medie mensili che oscillano da valori massimi nel mese di febbraio, quasi doppi rispetto alla portata media annua, fino ai valori minimi nel mese di luglio (Fig. 71).

Il torrente Naia, in corrispondenza della sezione di Todi, è caratterizzato da una portata media annua estremamente ridotta, portate medie mensili mai superiori a $4 \text{ m}^3/\text{s}$ con minimi di poche decine di litri al secondo.

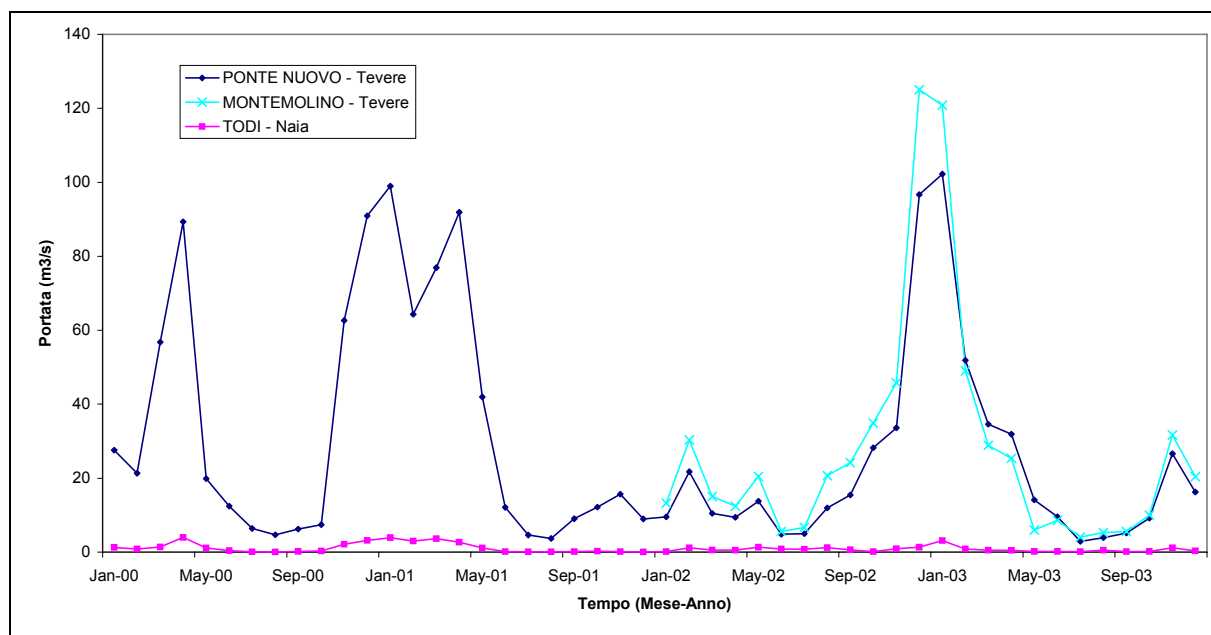


Fig. 71 - Portata media mensile nelle stazioni del Medio Tevere

Fonte: Elaborazioni ARPA su dati del Servizio Idrografico Regionale

5.1.1.3 Basso Tevere

Il "Basso Tevere" è la porzione di bacino del Tevere sottesa dal tratto di fiume che va dalla confluenza con il fiume Paglia fino alla confluenza dell'Aniene nel Lazio. La superficie complessivamente sottesa dalla stazione di chiusura è di 12.805 km^2 di cui 7.745 in Umbria.

I principali elementi del reticolo idrografico della porzione umbra del sottobacino sono costituiti dal tratto umbro di Tevere a valle della confluenza con il fiume Paglia e dal suo affluente minore Rio Grande. Il fiume Nera e il fiume Paglia, affluenti principali, vengono trattati separatamente.

Lungo il corso del fiume Tevere è stato realizzato, per scopi idroelettrici, mediante sbarramento il Lago di Alviano.

Lungo il tratto di Tevere considerato, sono localizzate due stazioni idrometriche della rete regionale, una a Ponte Baschi e una a Orte.

Della stazione di Baschi sono disponibili dati di portata storici (Boni et al., 1993) da cui viene stimata una portata media di $73,5 \text{ m}^3/\text{s}$, con un contributo specifico di 10 l/s/km^2 . Il regime delle portate è irregolare, con portate di magra limitate; il flusso di base è inferiore al 20% della portata totale. Il deflusso di base in estate, nel periodo di osservazione, è in media superiore a $6 \text{ m}^3/\text{s}$, deflusso dovuto prevalentemente all'apporto del Chascio-Topino.

Tra la sezione di S. Lucia e quella di Baschi l'incremento delle portate di magra estive è di circa $5,5 \text{ m}^3/\text{s}$, riferibile quasi interamente al contributo del sistema Chascio-Topino.

La sezione di Baschi rappresenta la sintesi del comportamento di tutto il settore a monte. La geologia del bacino sotteso è caratterizzata da netta prevalenza di depositi poco permeabili argillosi-arenacei rispetto a quelli carbonatici molto permeabili. L'incremento di portata lungo l'asta del Tevere fino a questa sezione è notevole in inverno mentre risulta praticamente assente in estate. Il ridotto valore del flusso di base indica, in questo settore del bacino, l'assenza di estesi serbatoi di acque sotterranee e di grandi sorgenti, capaci di alimentare il flusso del corso d'acqua nei periodi poco piovosi.

Dati storici sono disponibili anche per la stazione di Passo S. Francesco, localizzata poco a valle della confluenza con il Nera nel tratto laziale del Tevere. In corrispondenza di questa stazione, la situazione idrologica cambia radicalmente a causa dell'immissione del fiume Nera. Il regime delle portate è infatti molto più regolare e il flusso di base calcolato risulta consistente in tutti i periodi dell'anno, sempre superiore al 40%. La portata media è di circa $159 \text{ m}^3/\text{s}$, con un contributo specifico di 12 l/s/km^2 (Boni et al., 1993).

Per le due stazioni della attuale rete regionale non sono disponibili dati di portata del periodo 2000-2004. Pertanto vengono presentati i dati relativi alla stazione di Ponte Felice, localizzata pochi chilometri a valle della confluenza con il Nera, gestita dal Servizio Idrografico e Mareografico di Roma (Fig. 72).

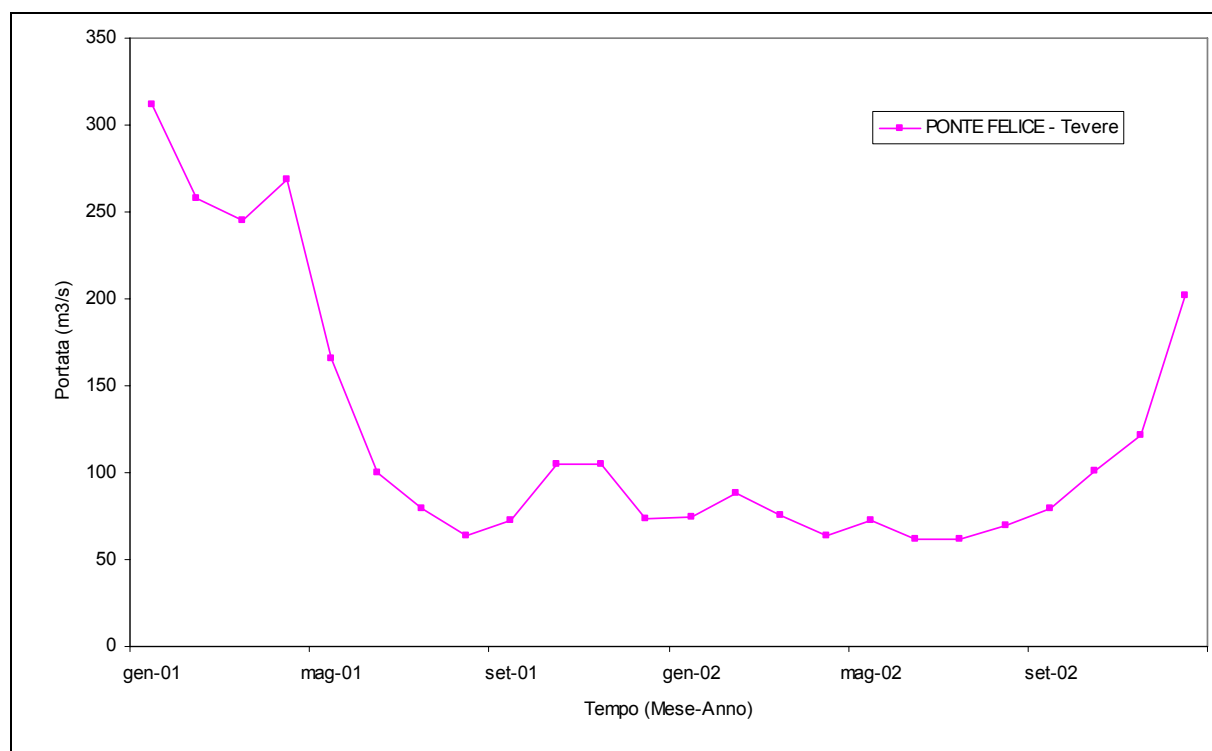


Fig. 72 - Portata media mensile nella stazione di Ponte Felice sul Tevere

Fonte: Elaborazioni ARPA su dati del Servizio Idrografico e Mareografico di Roma

5.1.1.4 Chiascio

La sezione di chiusura del Chiascio sottende un bacino di circa 1960 km², di cui il 60% è afferente al bacino del Topino, suo principale affluente in sinistra idrografica.

Il regime idrologico del corso d'acqua risente favorevolmente dell'alimentazione sotterranea della sua porzione montana che gli assicura, anche nel tratto di valle, una portata, seppur variabile, perenne durante il corso dell'anno.

Gli affluenti di destra, con bacini a bassa permeabilità, presentano portate più variabili e magre prolungate.

Quelli di sinistra, invece, ad eccezione del Tescio, assicurano un apporto abbastanza costante, in relazione alle sorgenti carsiche che li alimentano.

Lungo il corso del fiume Chiascio, in località Valfabbrica, è stato realizzato uno sbarramento per la creazione del lago artificiale di Valfabbrica, attualmente in fase di invaso.

Gli elementi principali del reticolo idrografico di questa porzione di bacino sono il fiume Chiascio e il suo affluente minore, il torrente Tescio, in sinistra idrografica. Il sistema idrografico Topino-Marroggia viene trattato separatamente.

In questo sottobacino sono localizzate quattro stazioni idrometriche della rete regionale: tre lungo l'asta principale e una lungo il Tescio. Le tre stazioni idrometriche lungo il Chiascio sono localizzate a Pianello, Petignano e Ponte Rosciano di Torgiano, alla confluenza con il Tevere; poco a monte di quest'ultima è localizzata un'altra stazione idrometrica gestita dal CNR-IRPI (Torgiano).

Per il Chiascio alla confluenza con il Tevere sono disponibili dati di portata storici (Boni et al., 1993).

La portata media, calcolata su questi dati, è di 20 m³/s; il contributo specifico fornito dal bacino, che comprende il sottobacino del Topino, è di 10 l/s/km². Il rapporto tra le portate di magra estive ed invernali è pari a 0,31, valore analogo a quello stimato per il suo affluente Topino, indicando una certa stabilità delle portate del sistema del Chiascio. Tali valori rappresentano un'eccezione nell'alto e medio bacino del Tevere, dove lo stesso rapporto varia tra 0,09 e 0,18.

Dati di portata relativi agli anni 2000-2004 sono disponibili per alcune delle stazioni sopra elencate (Fig. 73).

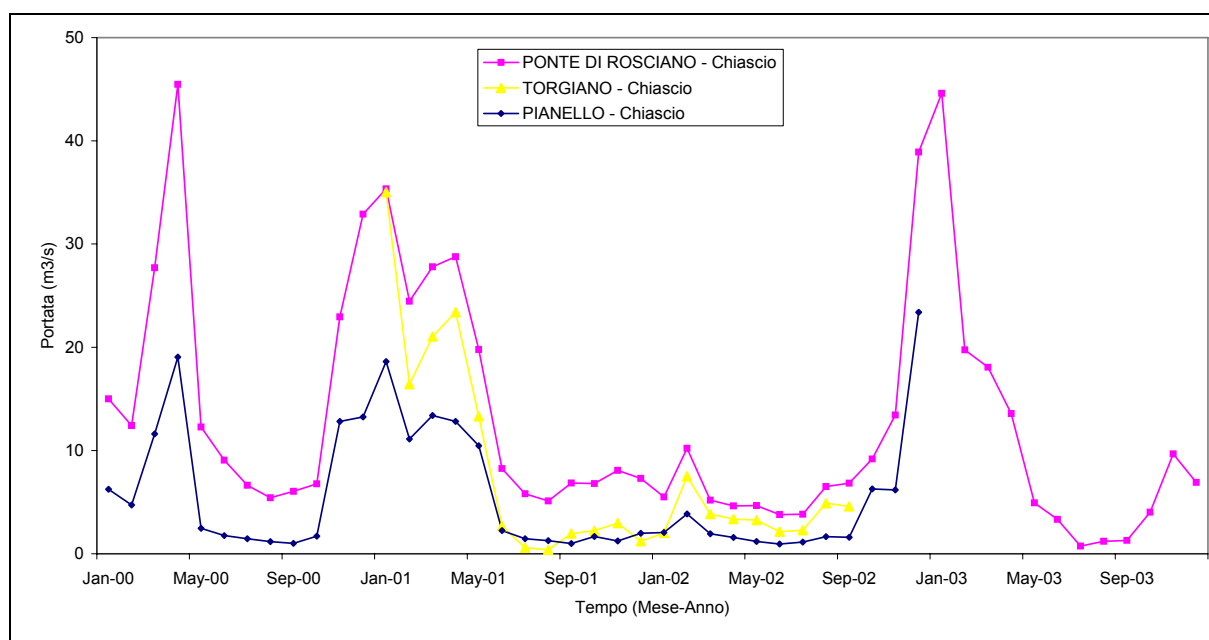


Fig. 73 - Portata media mensile nelle stazioni del Chiascio

Fonte: Elaborazioni ARPA su dati del Servizio Idrografico Regionale e CNR-IRPI

5.1.1.5 Topino

Il fiume Topino, principale affluente del Chiascio, ha una lunghezza di quasi 50 km, con un bacino idrografico di circa 1.237 km².

Nella parte alta del suo corso, il Topino riceve le acque di corsi d'acqua a carattere perenne, quali, tra i principali, il fiume Menotre e il torrente Caldognola che beneficiano dell'alimentazione delle sorgenti carbonatiche. Nel tratto di valle, invece, riceve le acque del sistema Timia-Teverone-Marroggia che drena la Valle Umbra Sud ed è caratterizzato da forte variabilità stagionale.

In questo sottobacino sono localizzate dieci stazioni idrometriche della rete regionale: quattro lungo l'asta principale, due sui principali affluenti del tratto montano, il Caldognola e il Menotre, tre nel sistema Timia-Teverone-Marroggia rispettivamente sul Marroggia, Clitunno e Timia, una, infine, sul torrente Chiona.

Per la stazione alla chiusura del bacino sono disponibili dati storici (Boni et al., 1993).

La portata media calcolata su tali dati è di $11,1 \text{ m}^3/\text{s}$, con un contributo specifico di 9 l/s/km^2 . Il sistema Topino, così come il Chiascio, presenta una certa stabilità delle portate, il flusso di base calcolato non si discosta molto dal 30-40% della portata totale durante tutto l'arco dell'anno. Questo è dovuto al fatto che le dorsali carbonatiche umbre, ricche di acque sotterranee, adiacenti l'acquifero alluvionale, sostengono il flusso di base del fiume.

Dati di portata relativi agli ultimi anni sono disponibili per alcune delle stazioni sopra elencate (Fig. 74)

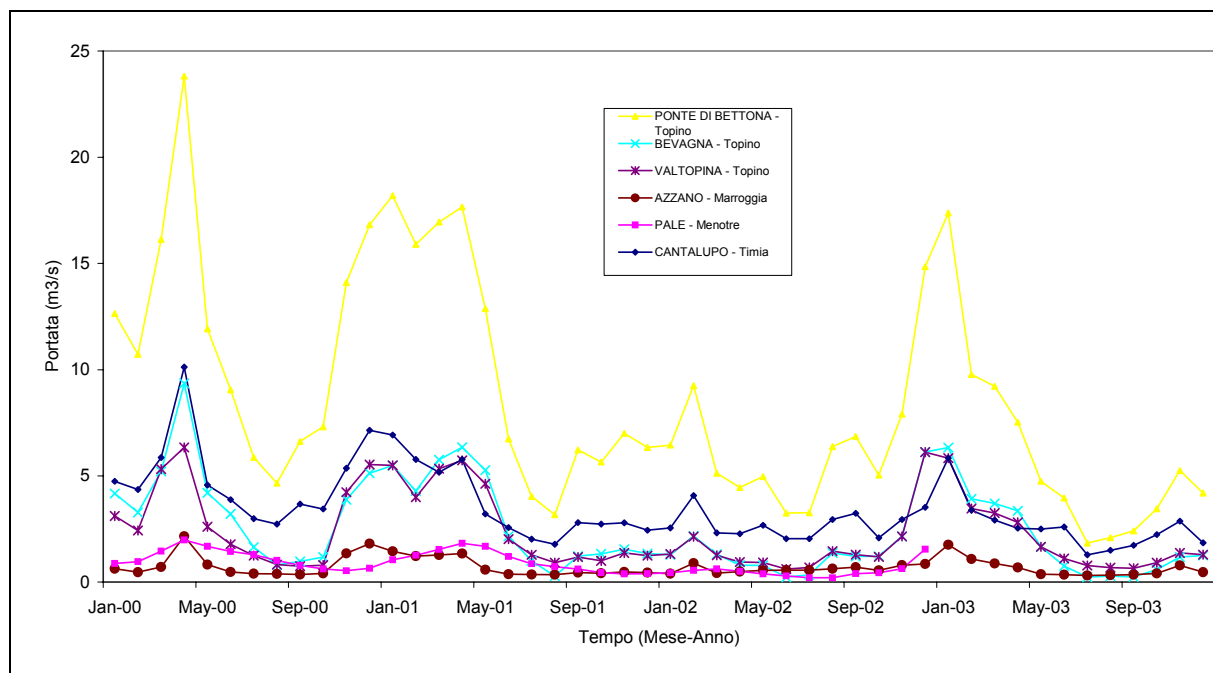


Fig. 74 - Portata media mensile nelle stazioni del Topino - Marroggia

Fonte: Elaborazioni ARPA su dati del Servizio Idrografico Regionale

5.1.1.6 Nestore

Il fiume Nestore rappresenta il maggiore affluente in destra idrografica del tratto di Tevere a monte del lago di Corbara. Il suo contributo al deflusso del Tevere non è significativo, infatti anch'esso presenta una spiccata tendenza al regime torrentizio.

Il bacino del Nestore ha un'estensione di circa 726 km^2 ed è caratterizzato da litologie prevalentemente a media-bassa permeabilità.

Al sistema idrografico del Nestore è collegato il lago Trasimeno, tramite lo scolmatore artificiale, noto come emissario, realizzato con funzione di regimazione delle piene del lago. Tuttavia tale collegamento idraulico non è più funzionante da diversi anni, dal momento che il Lago non ha più raggiunto il livello di sfioro. I due sistemi idrografici, pertanto, sono attualmente indipendenti.

Il fiume Nestore, riceve le acque del torrente Genna e Caina, in sinistra idrografica, e del torrente Fersinone in destra.

Nel sottobacino sono localizzate quattro stazioni idrometriche della rete regionale. Due di esse sono poste lungo l'asta principale, una lungo il torrente Caina e una lungo il torrente Genna.

In base ai dati degli anni recenti (2000-2004) disponibili per la stazione di Marsciano alla chiusura del bacino (Fig. 75), si evidenzia una spiccata caratteristica torrentizia del fiume con portate medie mensili massime superiori a $10 \text{ m}^3/\text{s}$ a fronte di portate minime prossime allo zero.

Le caratteristiche morfologiche e litologiche del bacino fanno sì che, a seguito di eventi meteorici estremi, il Nestore sia caratterizzato da onde di piena con picchi elevati se paragonati alle caratteristiche dell'alveo, con frequenti fenomeni di esondazione nel tratto medio.

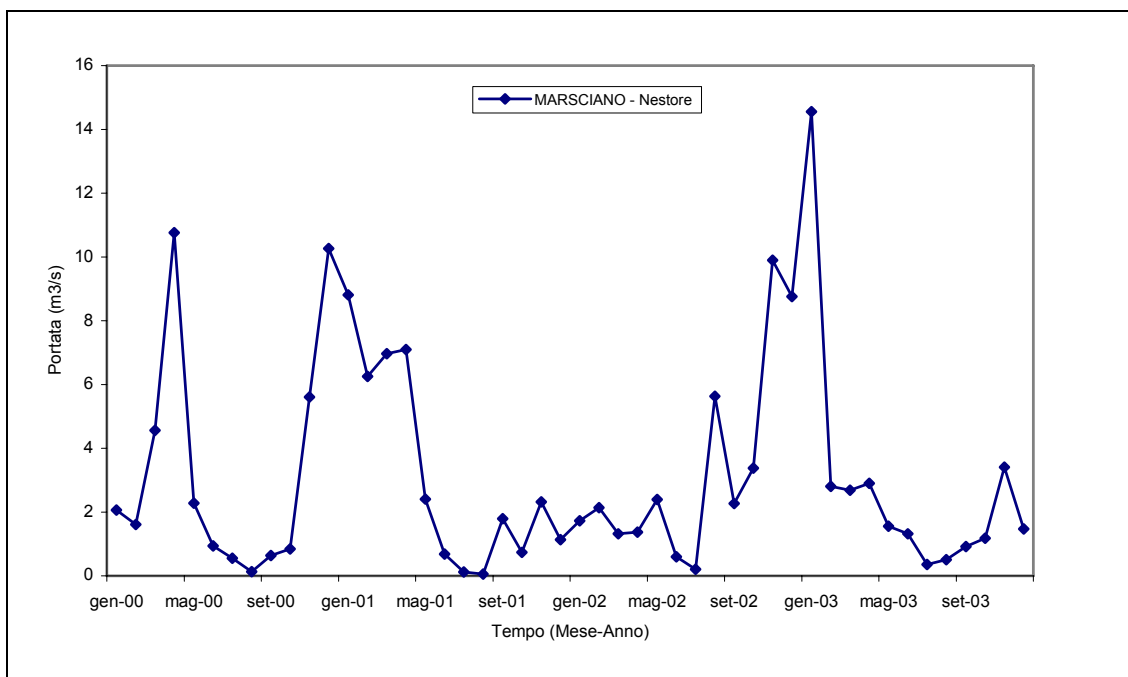


Fig. 75 - Portata media mensile nella stazioni di Marsciano sul Nestore

Fonte: Elaborazioni ARPA su dati del Servizio Idrografico Regionale

5.1.1.7 Paglia

Il bacino del Paglia, affluente in destra idrografica del fiume Tevere, ha un'estensione di oltre 1.300 km² di cui 900 km² in territorio umbro.

Il principale affluente del Paglia è il Chiani, che confluisce in sinistra idrografica nel suo tratto terminale.

Il Chiani ha origine nei pressi del lago di Chiusi, dove uno spartiacque artificiale, realizzato nel secolo scorso, ha deviato verso sud le acque che tendevano a scorrere nella direzione opposta.

Il suo bacino è costituito, per la maggior parte da terreni con permeabilità molto bassa, e il suo reticolo idrografico è, di conseguenza, caratterizzato da una marcata variabilità delle portate.

La parte restante del bacino è invece caratterizzata da depositi vulcanici a buona permeabilità e presenta sorgenti con una portata perenne, anche se fortemente variabile in funzione delle precipitazioni.

In questo bacino sono localizzate sei stazioni della rete idrometrica regionale. Tre di esse sono posizionate lungo l'asta principale, una ad Allerona all'ingresso in territorio umbro, una ad Orvieto, a valle della confluenza con il Chiani, la terza a Ponte Adunata in chiusura di bacino. Le rimanenti due stazioni, infine, sono localizzate due lungo il torrente Chiani e una lungo il suo affluente Astrone.

Per la stazione di Orvieto sul Paglia e di Ponte Morrano sul Chiani sono disponibili dati storici (Boni et al., 1993). Questi corsi d'acqua hanno regime estremamente irregolare e flusso di base sempre inferiore al 30% per il Paglia e al 15% per il Chiani. Il Chiani a Ponte di Morrano presenta una portata media di 4,31 m³/s, mentre il Paglia a Orvieto di 12,9 m³/s, con entrambi un indice del deflusso di base intorno a 0.10.

I dati di portata del periodo 2000-2004, disponibili per alcune stazioni, confermano i risultati dell'analisi dei dati storici (Fig. 76).

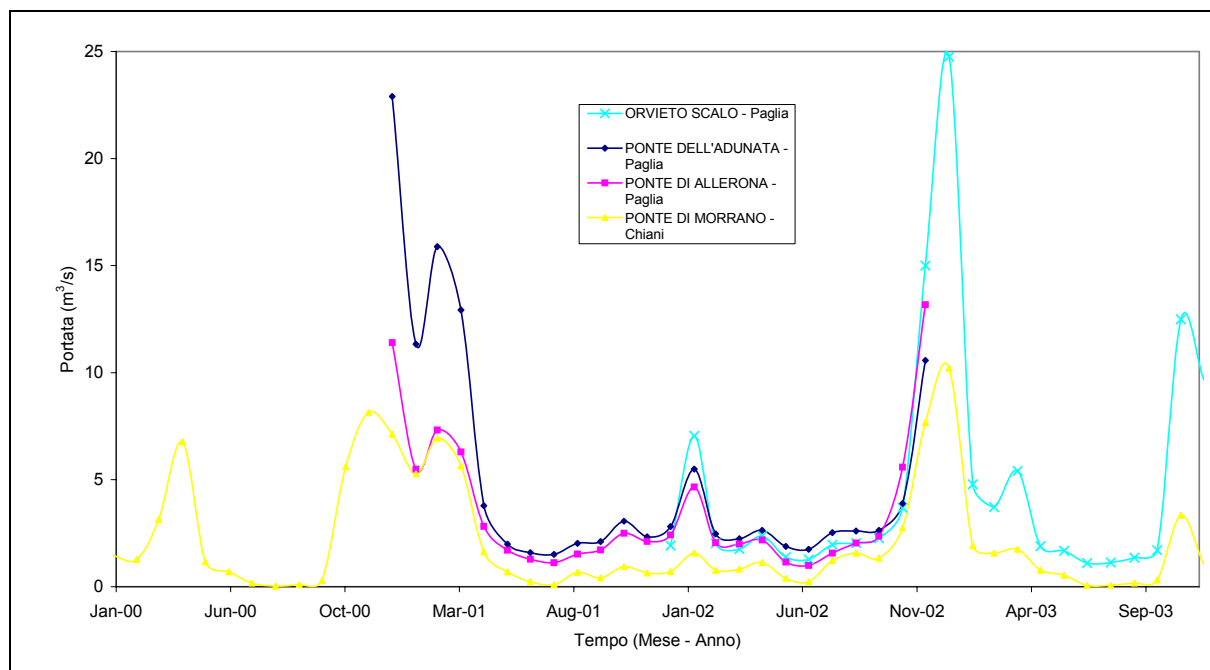


Fig. 76 - Portata media mensile nelle stazioni del Paglia - Chiani

Fonte: Elaborazioni ARPA su dati del Servizio Idrografico Regionale

5.1.1.8 Nera

Il bacino del fiume Nera presenta un'estensione di 4.311 km² di cui solo 1.563 in territorio umbro.

Gli elementi idrologici principali di tale bacino sono costituiti dall'intero corso del Nera e dal tratto umbro dei suoi principali affluenti, il torrente Vigi, il fiume Corno ed il fiume Velino.

Il bacino è prevalentemente montuoso e caratterizzato dalla presenza di terreni calcarei ad elevata permeabilità, con una circolazione idrica sotterranea molto diffusa nei rilievi. Tutto il tratto montano della porzione umbra del bacino, costituito dalla struttura carbonatica dei monti della Valnerina, è sede di risorse idriche sotterranee di grande interesse.

I corsi d'acqua del bacino presentano una portata molto stabile nel tempo in virtù della forte permeabilità del bacino; le precipitazioni, spesso sotto forma di neve che normalmente permane per lungo tempo sulle dorsali più alte del bacino, vengono restituite con continuità senza che il sistema risenta di annate particolarmente siccitose.

Da quanto detto si evince come i vari corsi d'acqua che compongono il reticolo idrografico del bacino del fiume Nera non subiscono, per quanto riguarda la portata, variazioni di rilievo nel corso delle diverse stagioni; infatti, il reticolo idrografico considerato è caratterizzato da corsi d'acqua a regime quasi costante, che apportano al fiume Nera il loro contributo d'acqua con bassa variabilità.

Nel sottobacino sono localizzate dieci stazioni idrometriche: quattro lungo l'asta principale, una lungo il torrente Vigi, una lungo il Corno e una lungo il suo affluente, il torrente Sordo, una lungo il Canale Medio Nera e due infine lungo il fiume Velino. Delle quattro stazioni localizzate sul fiume Nera, le prime due (Vallo di Nera e Torre Orsina) caratterizzano il suo tratto montano, la terza è posizionata all'apertura della valle nella Conca Ternana e l'ultima a valle della gola di Narni, in località Nera Montoro.

Dati storici sono disponibili per le stazioni di Torre Orsina e Macchiagrossa sul Nera e di Terria sul Velino (Boni et al., 1993).

Il bacino sotteso a Torre Orsina, poco a monte della città di Terni, è pari a 1.445 km². In corrispondenza di tale stazione, il fiume Nera, riconosciuto sorgente lineare, ha una portata media di oltre 25 m³/s. Il flusso di base calcolato, pressoché costante nel corso dell'anno, è sempre superiore ai 14 m³/s, pari al 60% della portata totale. La variabilità stagionale delle portate di magra estiva ed invernale è scarsamente rilevante, con un valore del rapporto pari a 0,86.

La sezione del Nera a Macchiagrossa, a valle della confluenza con il Velino, ha una portata di base, nel periodo estivo, pari a oltre 40 m³/s, praticamente corrispondente alla somma del flusso di base calcolato per il Nera a Torre Orsina e per il Velino a Terria. La presenza di derivazioni a scopo idroelettrico influenza i valori minimi di portata nel tratto a monte di Macchiagrossa. Il flusso di base calcolato è pari al 60-70% della portata totale, che presenta un valore medio di circa 75 m³/s.

Il sistema del Nera, che copre il 25% del bacino del Tevere, fornisce oltre il 50% della portata di magra estiva e circa il 40% di quella invernale al Tevere. Alla confluenza con il fiume Tevere ad Orte la

portata addotta dal fiume Nera è paragonabile a quella del fiume Tevere, nonostante il bacino imbrifero abbia una superficie inferiore alla metà di quello del Tevere stesso.

I carbonati presenti nel bacino del Nera-Velino sono in grado di assorbire, immagazzinare e restituire regolarmente una notevole quantità di acque sotterranee, che sostengono il deflusso anche nei periodi più siccitosi. Ciò a significare che il Nera, come i suoi affluenti principali, ha una particolare regolarità dei deflussi, indipendentemente dagli eventi meteorologici e che situazioni di magra sono registrabili solo dopo lunghi periodi (anni) siccitosi con carenza di precipitazioni nevose. Il Tevere, invece, pur essendo uno dei fiumi più lunghi d'Italia, ha, per caratteristiche dei terreni del bacino, un regime torrentizio, caratterizzato cioè da notevoli portate in concomitanza degli eventi piovosi e magre in assenza di questi. Il Nera compensa in parte questa situazione contribuendo ad elevare sensibilmente l'indice di perennità del Tevere a valle della sua confluenza.

Il suo contributo medio annuo al Tevere viene stimato, al netto dei prelievi per usi idroelettrici, in 21,2 l/s/km². Le elaborazioni effettuate dal Servizio Idrografico Regionale dell'Umbria indicano che la portata media del Nera, alla stazione di Terni (Ponte Garibaldi), risulta essere intorno a 67 m³/sec.

Il regime naturale del Nera, tuttavia, risulta già nel suo tratto montano, fortemente modificato dalla gestione delle numerose derivazioni per uso idroelettrico di cui è oggetto.

Nel tratto montano del bacino una serie di sbarramenti realizzati sia lungo l'asta principale che lungo quella di alcuni suoi affluenti, convogliano parte delle acque del fiume al lago di Piediluco attraverso il Canale Medio Nera, che ha una portata media di circa 15 m³/s. Nel tratto immediatamente a valle delle derivazioni la portata dei fiumi risulta fortemente ridotta rispetto a quella naturale, poi il deflusso aumenta gradualmente grazie alle sorgenti lineari in alveo.

Le acque derivate nell'Alto Nera vengono restituite al fiume solo alcuni chilometri a valle della confluenza del fiume Velino.

E' a valle di questa restituzione che è posizionato l'idrometro di Ponte Garibaldi.

A valle di Terni, il Canale Recentino deriva nuovamente gran parte delle acque del fiume verso il lago dell'Aia. Lungo le Gola di Stifone il fiume riceve l'alimentazione di una serie di sorgenti (sorgenti di Stifone) per una portata complessivamente stimata in 15 m³/s ed è oggetto di altre derivazioni collegate al sistema principale. Le acque derivate attraverso il canale Recentino e lungo la Gola vengono restituite al fiume in località Nera Montoro.

Nel tratto finale una diga per scopi idroelettrici realizzata in alveo crea l'invaso di S. Liberato (Fig. 77).

La gestione delle centrali idroelettriche comporta, oltre al già citato effetto di presenza di tratti fluviali con scarsità di acque fluenti a valle delle opere di derivazione, una forte variabilità delle portate nell'arco della giornata nei tratti a valle delle restituzioni. Pertanto la portata complessiva del bacino del Nera stimata mediamente in circa 80 m³/s defluisce nel fiume Tevere concentrata in alcune ore della giornata.

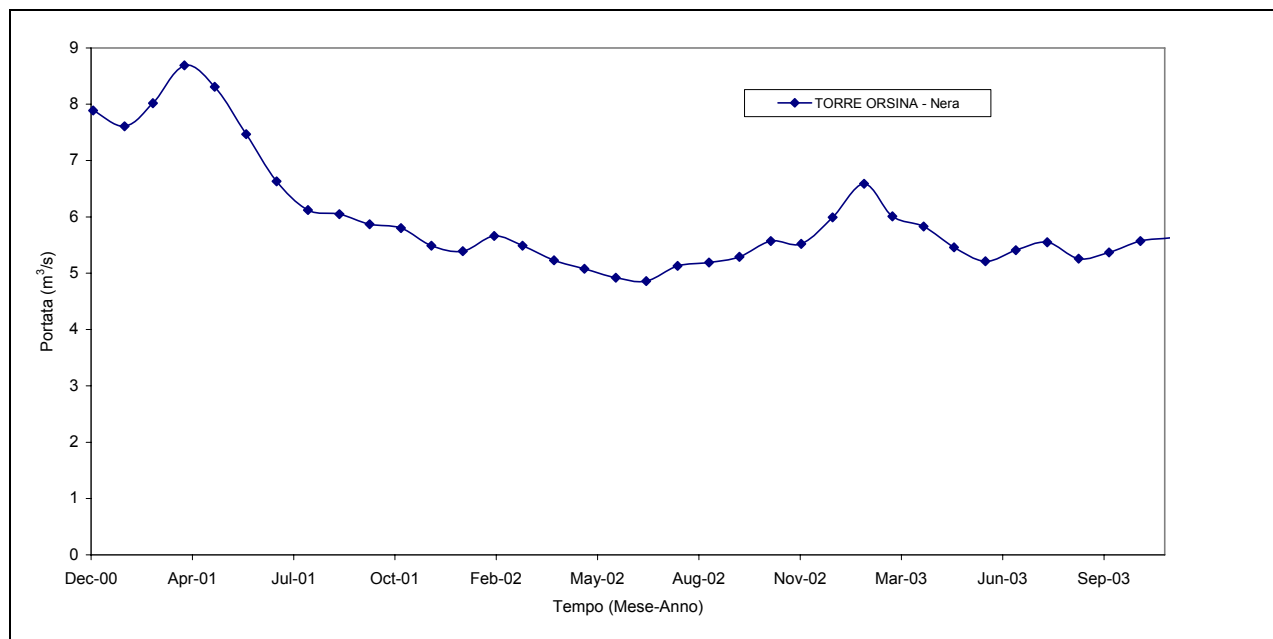


Fig. 77 - Portata media mensile nelle stazioni del Nera

Fonte: Elaborazioni ARPA su dati del Servizio Idrografico Regionale

5.1.2 Laghi e invasi

Gli specchi lacustri di origine naturale sono poco numerosi nel territorio umbro. Tra quelli di dimensioni superiori a 0.3 km² (soglia dimensionale stabilita dal DLgs 152/99 per i corpi idrici significativi) sono di origine naturale esclusivamente il Lago Trasimeno, il Lago di Piediluco e la palude di Colfiorito.

Gran parte degli specchi lacustri umbri sono bacini artificiali realizzati, nell'ultimo secolo, mediante opere di sbarramento lungo i principali corsi d'acqua, allo scopo di rispondere alla crescente domanda di energia elettrica e di acqua per uso irriguo e idropotabile.

Lungo il medio e basso corso del Tevere sono entrati in funzione, dal 1951 al 1963, ben cinque impianti idroelettrici che hanno comportato la realizzazione lungo il corso del fiume di dighe o traverse: le centrali di Nazzano, Castel Giubileo e Ponte Felice in territorio laziale, e le centrali di Corbara e di Alviano in territorio umbro.

Successivamente sono state realizzate la diga di Montedoglio, nell'alto corso del Tevere in Toscana, e la diga di Valfabbrica, sul fiume Chiascio. In base al disciplinare di concessione, l'utilizzazione prevista per i due invasi è prevalentemente agricola. E' stata però studiata la possibilità di uso plurimo, comprendendo l'uso per scopi idropotabili e lo sfruttamento della capacità di invaso ai fini della laminazione delle piene, nonché la gestione ottimale per il mantenimento del "minimo vitale" del fiume. Nella Tab. 198 viene riportato il quadro sintetico dei principali invasi presenti nel bacino del Tevere interessanti il territorio regionale umbro.

Tab. 198 - Elenco dei principali invasi presenti nel bacino del Tevere

Invaso	Corso d'acqua	Sottobacino	Area bacino sottesa (km ²)	Regione	Provincia	Ente concessionario	Capacità invaso (10 ⁶ m ³)	Anno ultimazione
Invaso di Montedoglio	Tevere	Alto Tevere	302	Toscana	Arezzo	EIUT	153	1991
Invaso di Valfabbrica	Chiascio	Chiascio	471	Umbria	Perugia	EIUT	181	1994
Invaso di Arezzo	Maroggia	Topino Maroggia	23	Umbria	Perugia	Consorzio della Bonificazione Umbra	7	1963
Invaso di Corbara	Tevere	Medio Tevere	6075	Umbria	Terni	Endesa	190	1963
Invaso di Alviano	Tevere	Basso Tevere	7483	Umbria Lazio	Terni Viterbo	Endesa	3.5	1965
Invaso dell'Aia	Aia (Nera)	Nera	93 (3930)	Umbria	Terni	Endesa	2	1958
Invaso di S. Liberato	Nera	Nera	4300	Umbria	Terni	ACEA	6	1953

Fonte: ARPA Umbria

5.1.2.1 Lago Trasimeno

Il lago Trasimeno è un lago naturale, con fondali poco profondi e piatti, delimitato da spiagge sottili. Il suo bacino di alimentazione naturale ha un'estensione di 306 km² di cui 124 km² occupati dallo specchio lacustre, il suo volume medio complessivo è pari a circa 586 Mm³.

L'idrologia del Lago Trasimeno, lago chiuso senza immissari naturali, è sempre stato fortemente dipendente dall'andamento pluviometrico. Nella sua storia è stato infatti soggetto a frequenti fenomeni di impaludamento in periodi di crisi idrica e a esondazioni in periodi particolarmente piovosi; tali fenomeni hanno richiesto l'intervento dell'uomo per la regimazione delle sue acque.

Il problema maggiore, nei secoli scorsi, era rappresentato dalle piene. Infatti, data la morfologia pianeggiante delle sponde, un innalzamento del livello provocava l'inondazione di ampie superfici con grave danno per le attività agricole. Per tale motivo, a partire dall'epoca romana, furono realizzati in più tempi una serie di canali artificiali, con funzione di emissari, che collegavano il lago al torrente Caina. Tuttora è attivo il canale realizzato nel 1898 che funziona da scolmatore del lago quando la sua altezza idrometrica supera la quota di 257,5 m s.l.m.

Negli anni '50 è stato realizzato il canale dell'Anguillara che collega il lago ai bacini idrografici di alcuni torrenti appartenenti al bacino idrografico del lago di Chiusi (torrenti Moiano, Maranzano, Tresa e Rio Maggiore). Tale canale, regolato da un sistema di chiuse, secondo la situazione idrologica funziona da emissario o immissario determinando, in quest'ultimo caso un aumento del bacino di alimentazione del lago di 75 km².

Nell'ultimo secolo il lago è stato soggetto a vari periodi critici in cui il livello idrometrico si è mantenuto costantemente molto al di sotto della quota dello scolmatore dell'emissario (257.33 m s.l.m.). Nel secondo dopoguerra, probabilmente anche a causa del progressivo aumento dei prelievi, è iniziato un ciclo idrologico negativo che ha raggiunto i valori minimi a fine anni '50 quando sono state registrate quote medie annue di 250 centimetri al di sotto dello zero idrometrico. Il ciclo negativo è stato interrotto anche grazie ad una serie di interventi tra cui l'ampliamento del bacino idrografico del Lago e il controllo sui prelievi che ha portato un graduale aumento del livello medio fino a valori intorno allo zero. A questo periodo sono seguiti altri cicli critici pluriennali, di cui l'ultimo dal 1989 è tuttora in corso. Per quest'ultimo periodo, il livello idrometrico medio mensile è stato messo a confronto con l'andamento delle precipitazioni mensili.

L'andamento dell'altezza del lago presenta una chiara ciclicità annuale con minimi a settembre ottobre e massimi nel periodo tardo primaverile. Se si escludono gli anni idrologicamente anomali, l'abbassamento durante il periodo estivo è mediamente di 45 centimetri a cui segue un innalzamento medio confrontabile.

Anni con andamento pluviometrico anomalo ovvero con carenza di piogge autunno invernali e concentrazione delle precipitazioni nel periodo estivo, più caldo e quindi con maggiore evaporazione, mettono in crisi il sistema. Nell'arco di tempo rappresentato si osservano tre anni con queste caratteristiche il 1990 il 1995 e il 2002. Nel 2002 in particolare l'incremento del livello del lago durante la stagione invernale è stato di soli 2,5 centimetri.

Il sistema non sembra avere capacità di recupero dei volumi perduti in anni idrologicamente critici e si attesta intorno a livelli medi progressivamente inferiori.

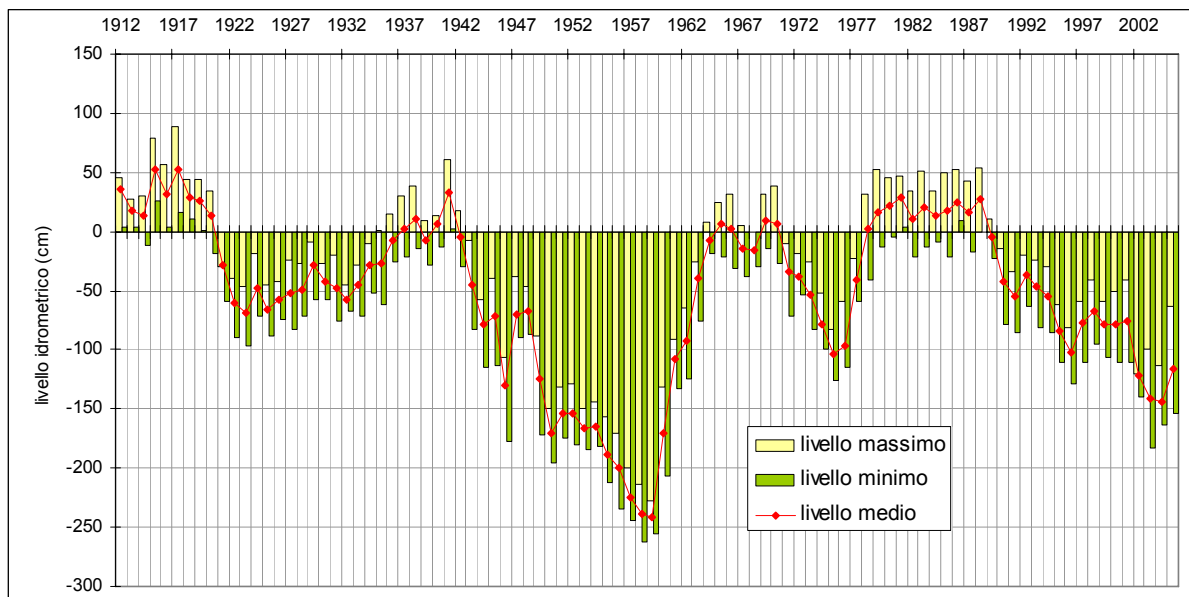


Fig. 78 – Livelli idrometrici espressi in cm del Lago Trasimeno dal 1912 al 2005, riportando il valore medio annuale, il minimo e il massimo del dato idrometrico

Fonte: ARPA Umbria

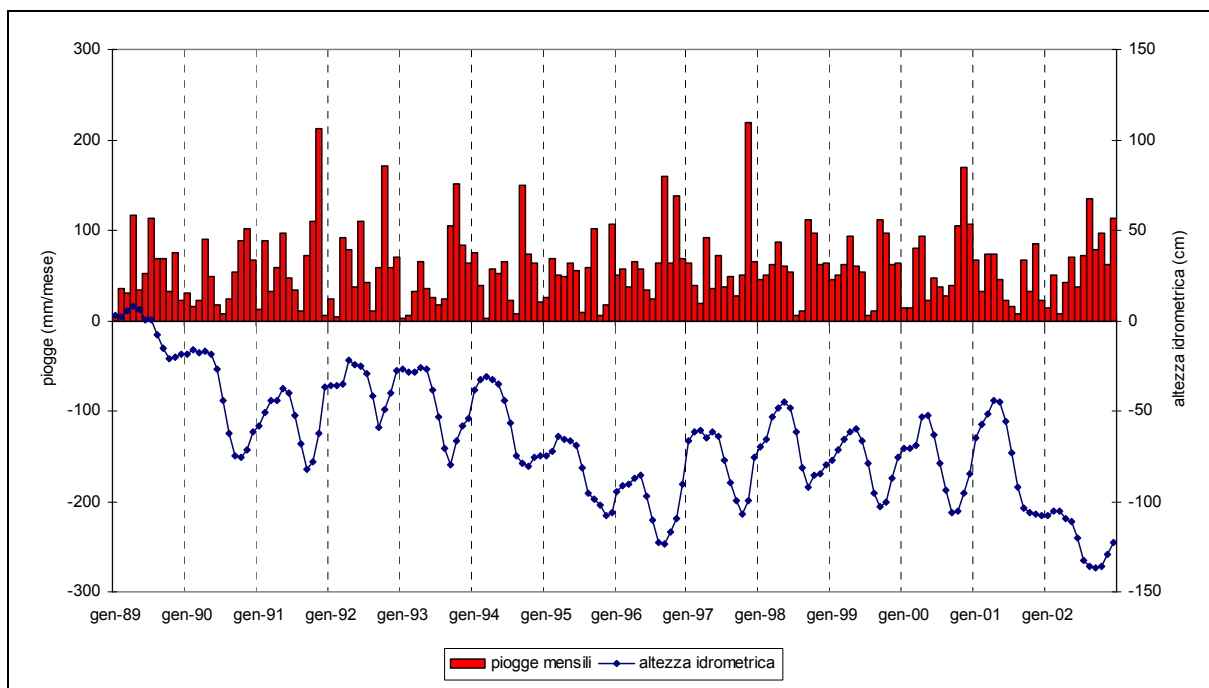


Fig. 79 – Confronto tra l'andamento dei livelli idrometrici e della piovosità del lago Trasimeno dal 1998 al 2002.

Fonte: ARPA Umbria

5.1.2.2 Invaso di Montedoglio

L'invaso di Montedoglio è stato realizzato con uno sbarramento lungo l'asta del fiume Tevere e si sviluppa nella stretta di Montedoglio per una lunghezza di 7,5 km, estendendosi anche nelle valli del Singerna e del Tignana, rispettivamente in destra ed in sinistra, per 3 Km. La struttura realizzata dall'Ente Irriguo Umbro Toscano, è ubicata in Provincia di Arezzo ed è stata terminata nel 1991.

La struttura dell'opera è a gravità, in materiali sciolti con nucleo centrale impermeabile. La sezione sbarrata sottende un bacino imbrifero totale di 302,7 km², consentendo l'accumulo nei periodi umidi di un volume utile di 142,5 Mm³ di acqua, risultando un volume morto di 10,5 Mm³, la capacità totale di invasore è di 153 Mm³.

La gestione dell'invaso è ancora in fase transitoria. Infatti mentre l'uso principale delle acque dell'invaso previsto dal progetto era il soddisfacimento del fabbisogno idrico di aree irrigue delle province di Arezzo e Siena (all'esterno del bacino idrografico del Tevere) e di Perugia per un totale di 59.300 ettari, le più recenti politiche di gestione hanno ampliato la destinazione d'uso di queste acque comprendendo tra i principali anche l'uso potabile e l'idroelettrico.

Il disciplinare di concessione è ancora in fase di concertazione.

Nel frattempo, sin dal gennaio del 1991, è in funzione un impianto idroelettrico da 1.200 KW che turbinare portate che variano fra 1,5 e 3 m³/s.

Negli ultimi anni (1997-2003) le portate medie annuali rilasciate in alveo variano tra 5,83 m³/s nel 2002 e 1,05 m³/s nel 2001, con una portata media in questi anni di 4,08 m³/s. Tali portate vanno comunque interpretate come rilasci medi della fase transitoria e subiranno variazioni nella fase di gestione a regime.

5.1.2.3 Invaso di Casanova (Valfabbrica)

Lo sbarramento sul fiume Chiascio è situato in località Casanova a monte di Valfabbrica. E' stato realizzato dall'Ente Irriguo Umbro Toscano ed i lavori di costruzione si sono conclusi nel 1994; l'opera è ancora in fase di collaudo. Per problemi legati alla stabilità dei versanti è attualmente autorizzato un invasore molto ridotto rispetto alla capacità complessiva e limitato alla stagione estiva.

La diga, con andamento planimetrico leggermente curvo per meglio adattarsi alla conformazione geomorfologica, è stata realizzata in materiali sciolti con nucleo centrale impermeabile fondato sulla roccia di base, con rivestimento a monte in pietre. La sezione sbarrata sottende un bacino imbrifero totale di 471 km², consentendo, a pieno regime in futuro, l'accumulo di 181 Mm³ con una quota di invasore alla ritenuta normale di 330 m s.l.m.. Le acque dell'invasore sono destinate, tra l'altro,

all'irrigazione della valle Umbra e della valle del Tevere, nonché di alcuni comprensori nella valle del Nestore e del bacino del lago Trasimeno.

5.1.2.4 Invaso di Arezzo

Si tratta di un piccolo invaso realizzato sul torrente Marroggia, nel sottobacino Topino-Marroggia. Realizzato con uno sbarramento a gravità, è destinato sia ad uso irriguo, sia alla laminazione delle piene del torrente. A tale scopo viene lasciato libero un volume di 2 Mm³ al di sotto della soglia di sfioro. Si tratta comunque di un invaso di medie-piccole dimensioni con volume di 6,95 Mm³.

L'invaso è stato realizzato alla fine degli anni settanta e serve il comprensorio irriguo nella parte terminale della valle Umbra con una rete gestita dal Consorzio per la Bonificazione Umbra.

Nello stesso sottobacino è presente anche un altro piccolo invaso, ad esclusivo uso irriguo, la diga di Acciano con 1,71 Mm³ di acqua invasata.

5.1.2.5 Lago di Corbara

La diga di Corbara è la terza diga più importante per dimensioni realizzata in Umbria; sottende un bacino di 6.075 km², pari a poco più di un terzo dell'intero bacino del Tevere.

L'invaso è stato terminato intorno alla prima metà degli anni sessanta, ha un volume totale di 190 Mm³, ed è gestito da Endesa per uso esclusivamente idroelettrico. Alimenta, infatti, la centrale idroelettrica di Baschi con una galleria di derivazione di 5 km. Le acque derivate vengono rilasciate a valle della confluenza del fiume Paglia. Un'ulteriore possibile utilizzo è come serbatoio di laminazione per la protezione delle piene della città di Roma.

La centrale idroelettrica di Baschi turbinata una portata giornaliera media annua che varia dai 40 ai 70 m³/s, raggiungendo valori anche di 104 m³/s nei mesi di gennaio. L'impianto ha una potenza installata di 86.000 MW.

5.1.2.6 Lago di Alviano

Il Lago di Alviano è stato realizzato agli inizi degli anni sessanta mediante costruzione di una traversa. Presenta un volume di invaso di 6,2 Mm³ utilizzato per scopi idroelettrici da parte di Endesa.

La traversa è ubicata pochi km a valle del rilascio della centrale idroelettrica di Baschi e raccoglie, oltre alle portate scaricate dalla centrale stessa, quelle provenienti dal fiume Paglia. Il suo bacino imbrifero ha un'estensione di 7.483 km².

Negli anni l'invaso ha subito un forte interrimento, che ha ridotto il volume invasato da 6,2 a 3,5 Mm³. Conseguenza di questo fenomeno è stata l'erosione dell'alveo del fiume Tevere a valle. Attualmente la centrale idroelettrica può essere considerata ad acqua fluente, in quanto le riserve idriche vengono turbinate entro due ore; la centrale produce una potenza di 12000 W, turbinando portate medie giornaliere annue variabili tra i 30 e 50 m³/s, raggiungendo picchi di 105 m³/s.

5.1.2.7 Lago di Piediluco

Il lago di Piediluco è un lago naturale che funge da vasca di carico della centrale di Galleto-M.S. Angelo (Marmore), rifasando anche le acque del fiume Velino quando non vengono direttamente turbinate dalla centrale.

Le acque che raggiungono il lago di Piediluco provengono:

- dal bacino naturale, che si estende su una superficie di 74 km²;
- dal bacino del fiume Nera a monte di Triponzo, dove inizia, in galleria, il Canale Medio Nera che recapita le acque del bacino sotteso direttamente nel lago;
- dal bacino del fiume Velino, il quale contribuisce all'alimentazione del lago, in relazione al regime di funzionamento della centrale idroelettrica di Galleto M. S. Angelo.

La superficie complessiva del bacino così come descritto ammonta a 3200 km². Il lago funziona come invaso di regolazione giornaliera delle portate che alimentano la centrale di Galleto, secondo questo schema:

- il Canale Medio Nera alimenta il lago 24 ore su 24 con circa 15 m³/s;
- il fiume Velino alimenta il lago per le 9 ore notturne con circa 10 m³/s.

La centrale è inserita, insieme alle altre presenti lungo il fiume Nera, nella rete nazionale come centrale di picco. Tale tipo di centrali iniziano a lavorare quando la richiesta di energia supera una determinata soglia. La centrale di Galleto in particolare è in grado di turbinare e di scaricare una portata di 200 m³/s in 20 secondi; le portate medie giornaliere annue variano tra 60 m³/s nel 1999 e 35 m³/s nel 2002.

5.1.2.8 *Lago dell'Aia*

L'invaso dell'Aia viene alimentato con le acque del fiume Nera derivate attraverso il Canale Recentino, di lunghezza di circa 8 Km, in località Vocabolo Sabbione. Un altro canale deriva le acque dall'invaso alla centrale idroelettrica di Narni subito a valle dell'omonima città.

La centrale produce 40.000 MW di potenza effettiva sfruttando la capacità di invaso del serbatoio di 2 Mm³ e turbinando una portata media variabile tra i 41 nel 2002 e i 70 m³/s nel 1999.

5.1.2.9 *Lago di S.Liberato*

L'acqua del fiume Nera viene ulteriormente sfruttata a fini idroelettrici in corrispondenza della centrale gestita dall'ACEA in località San Liberato, che può contare su un volume invasato grazie allo sbarramento a traversa di 6 Mm³.

La restituzione della portata turbinata avviene in prossimità della confluenza con il fiume Tevere con un by-pass complessivo di qualche chilometro.

6 IL DEFLUSSO MINIMO VITALE

6.1 Premessa

La crescente attenzione verso la tutela dell'ambiente naturale ha portato negli ultimi decenni ad una più chiara definizione dei deflussi da destinare alla conservazione degli ecosistemi acquatici rispetto a quelli da destinare ad altri usi, con una progressiva rivalutazione dei primi rispetto ai secondi.

Le portate per "usi d'alveo" sono finalizzate alla tutela della qualità dell'acqua e della vita acquatica, alla conservazione dell'ambiente fluviale per esigenze sia naturalistiche sia ricreative. Le portate per "usi esterni" riguardano tipicamente i tradizionali impieghi irrigui, industriali, idroelettrici e idropotabili dell'acqua.

Il conflitto tra i due impieghi della comune risorsa idrica si è nel tempo acuitizzato, rendendo necessario un intervento normativo per un più razionale utilizzo delle acque superficiali.

Il concetto di "*deflusso minimo vitale*" è stato introdotto nel quadro legislativo italiano dalla L. 183/89 (art.3 comma 1, lettera i) e poi ripreso dal D.Lgs. 275/93, dalla L. 36/94, dal D.Lgs. 152/99 e dal D.M. 28/07/04.

Sebbene la definizione del DMV sia estremamente complessa, in quanto richiede approfondite conoscenze idrologiche e idrobiologiche, esso può essere sinteticamente definito come "la portata istantanea da determinare in ogni tratto omogeneo del corso d'acqua, che deve garantire la salvaguardia delle caratteristiche fisiche del corpo idrico, chimico-fisiche delle acque nonché il mantenimento delle biocenosi tipiche delle condizioni naturali locali" (All. 1 del DM 28/07/2004).

Per salvaguardia delle caratteristiche del corso d'acqua si intende il mantenimento delle sue tendenze evolutive naturali (morfologiche ed idrologiche), anche in presenza delle variazioni artificialmente indotte nel tirante idrico, nella portata e nel trasporto solido.

Per salvaguardia delle caratteristiche chimico-fisiche delle acque deve intendersi il mantenimento, nel tempo, dello stato di qualità delle acque, in linea con il perseguimento degli obiettivi di qualità previsti dagli artt. 4, 5 e 6 del D.Lgs. 152/99 e s.m.i. e della naturale capacità di autodepurazione del corso d'acqua.

Per salvaguardia delle biocenosi tipiche delle condizioni naturali è da intendersi il mantenimento, nel tempo, delle comunità caratteristiche dell'area di riferimento, prendendo in considerazione anche i diversi stadi vitali di ciascuna specie.

Lo stesso DM 28/07/2004 individua inoltre gli elementi conoscitivi necessari e le metodologie applicabili per la stima del DMV. Tali metodi sono distinti in metodi regionali e metodi sperimentali.

Nella prima categoria rientrano i metodi che esprimono il DMV in funzione di caratteristiche morfologiche ed idrologiche del bacino o del sottobacino; essi si distinguono, a seconda delle grandezze assunte come variabili indipendenti, in:

- *metodi con variabili morfologiche*: questi metodi sono basati sulla definizione di un "contributo specifico" (portata per unità di superficie); la variabile indipendente è la sola superficie del bacino. Spesso, per la massima semplificazione, il valore del *contributo unitario* minimo è assunto costante in un ambito territoriale abbastanza esteso; data però l'impossibilità di rappresentare in tal modo alcune situazioni particolari, sono stati introdotti vari fattori correttivi;
- *metodi con variabili idrologiche semplici*: in questi metodi la portata minima vitale è funzione - di solito mediante leggi di diretta proporzionalità - di alcuni valori caratteristici del deflusso nella sezione considerata (per esempio: della portata media mensile, portata media annua, ecc.);
- *metodi con variabili idrologiche e morfologiche*: questi metodi esprimono una equazione di regressione tra la portata minima vitale ed alcune variabili idrologiche e morfologiche del bacino, come ad esempio la portata media;
- *metodi con variabili statistiche*: sono i metodi basati sull'individuazione di particolari valori di frequenza o di durata dei deflussi. Un esempio semplice è quello basato sulla minima portata media di 7 giorni (media mobile) con tempo di ritorno 10 anni ($Q_{7,10}$); altri sono basati sulla portata media giornaliera di durata 335 giorni in un anno (Q_{335}) ovvero, come prevede la normativa svizzera, su una funzione della portata di durata 347 giorni (Q_{347}).

I metodi appartenenti alla seconda categoria (metodi sperimentali) sono basati su tecniche di rilevamento sperimentali finalizzate all'accertamento delle condizioni ambientali ottimali per una prefissata specie. Sono caratterizzati dalla singolarità della stima della portata minima vitale, quindi hanno validità esclusivamente locale e limitata alle specie considerate. Possono distinguersi a loro volta in:

- *metodi sperimentali semplici*, in cui il DMV è correlato al contorno bagnato o alla larghezza della sezione utile per lo sviluppo della specie considerata, assumendo un criterio semplice per valutare l'idoneità di alcuni parametri ambientali;
- *metodi sperimentali complessi*, nei quali si utilizzano particolari curve continue per valutare gli ambiti di idoneità dei parametri ambientali; per esempio, con il metodo dei "microhabitat", viene determinata una curva che correla l'area disponibile ponderata (funzione della portata media, della

velocità media e della natura del substrato) alla portata del corso d'acqua; in corrispondenza del massimo di tale curva si può individuare il valore ottimale del DMV.

Con l'entrata in vigore della Direttiva Quadro sulle Acque, l'ecosistema acquatico viene analizzato per la prima volta nel suo complesso, attraverso un insieme di elementi rappresentati da parametri di natura biologica, microbiologica, chimica, fisica e idromorfologica. Per questa ragione appare sempre più fondamentale sviluppare un DMV che tenga in conto non solo gli aspetti idraulici, ma anche quelli biologici, chimico-fisici e microbiologici del corso d'acqua, con la consapevolezza che esso stesso è capace di autoregolarsi e autodepurarsi, se conserva l'integrità e la naturalità del suo ambiente.

È da sottolineare che il concetto di portata minima vitale non necessariamente coincide con il valore delle portate naturali di magra, che in determinati periodi dell'anno possono assumere valori inferiori al DMV stesso fino ad annullarsi.

In genere, il concetto di "minimo vitale" va interpretato come "portata non derivabile". Questo comporta che qualora la portata del fiume, in condizione di magra straordinaria, scenda a valori inferiori al DMV, tutti i prelievi sul corpo idrico dovrebbero cessare; la portata del fiume resterebbe comunque inferiore al minimo vitale per condizioni naturali. Un' oculata gestione della risorsa dovrebbe tendere anche a minimizzare la possibilità del verificarsi di tali situazioni.

Non è sempre possibile però imporre che il DMV sia rispettato, ciò dipenderà dal volume delle scorte accumulate e dall'importanza degli usi esterni e comunque il problema andrà affrontato caso per caso. Il minimo vitale assume, quindi, il significato di "portata raccomandata".

6.2 Il Deflusso Minimo Vitale nella pianificazione di bacino

6.2.1 Delibera dell'Autorità di Bacino del Fiume Tevere n. 97 del 18 dicembre 2001

Con Delibera n.97 del 18 dicembre 2001, l'Autorità di Bacino del fiume Tevere ha adottato un documento tecnico di orientamento per la definizione del DMV del sistema idrografico del Tevere: "Obiettivi su scala di bacino cui devono attenersi i piani di tutela delle acque e priorità degli interventi, ai sensi dell'art. 44 del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152".

In attesa di studi per definire il DMV sulla base di fattori biologici, tale documento adotta come parametro di riferimento il valore $Q_{7,10}$, minima portata media di sette giorni con tempo di ritorno 10 anni. È ragionevole ammettere, infatti, che tale parametro, oltre a rappresentare un indicatore di magra, può essere correlato alla portata minima vitale, atteso che la conservazione nel tempo delle biocenosi acquatiche è condizionata proprio dai valori di magra delle portate che svolgono un importante ruolo selettivo.

Il $Q_{7,10}$ ha questo significato di minima portata per la conservazione della vita dei pesci, in quanto si ritiene che, purché stimato sulla base di serie storiche dei deflussi naturali, possa rappresentare il valore di soglia delle minime portate di magra che nel tempo hanno consentito la permanenza delle biocenosi acquatiche. Assumere il $Q_{7,10}$ quale indicatore del minimo deflusso vitale può consentire di superare la tipizzazione delle biocenosi che caratterizzano i corsi d'acqua, assumendo che la qualità e la quantità dell'habitat acquatico siano condizionate soprattutto dalle portate di magra naturali rappresentate dall'indice proposto. A supporto di quanto sopra, si ricorda che già diverse Agenzie per la Tutela dell'Ambiente statunitensi hanno utilizzato il $Q_{7,10}$ come indicatore delle condizioni standard della qualità dell'habitat di un corso d'acqua. Ammessa valida l'adozione del $Q_{7,10}$ come indice della portata minima raccomandata nei corsi d'acqua, la stima del deflusso minimo vitale viene effettuata, a scala di bacino, sulla base dell'area del bacino contribuyente (A) e di un indice di deflusso di base (Base Flow Index, BFI) che ne sintetizza le caratteristiche idrogeologiche.

$$DMV = A * q_{mv} (BFI)$$

L'indice di deflusso di base di un bacino idrografico esprime, di norma in termini percentuali, l'entità dei deflussi rilasciati in tempi differenti dalle formazioni acquifere. Tale indice, oltre ad essere facilmente calcolabile a partire dai dati di portata osservati, è risultato fortemente correlato alle caratteristiche idrogeologiche del bacino. Inoltre, è stato trovato che il valore del BFI nel tempo è sostanzialmente stabile e può essere assunto come invariante di bacino e correlato significativamente alle caratteristiche idrogeologiche delle formazioni presenti nel bacino.

Per bacini molto permeabili, quindi con elevato BFI, viene previsto un contributo costante ovvero il DMV viene calcolato proporzionalmente all'area del bacino. Al fine di tutelare anche la necessità dell'approvvigionamento idrico, nei fiumi molto ricchi di acqua, l'Autorità di Bacino propone il valore di 2 l/s/km^2 quale contributo massimo corrispondente al deflusso minimo vitale.

Il criterio del contributo costante, applicato a bacini a minore permeabilità, invece, darebbe luogo a valori di DMV eccessivi e non conseguibili; pertanto, per questi, il documento propone un DMV commisurato al deflusso di base di ciascun tronco fluviale.

In conclusione, viene proposto, sulla base degli studi idrologici e idrobiologici, per tutti i corsi d'acqua con bacino imbrifero d'area superiore a 200 km^2 , un DMV che tiene conto dell'Indice del Deflusso di Base (BFI, espresso come frazione dell'unità), come segue:

- per $BFI \leq 0.685$ $q_{mv}=0.0964+10.8 \cdot BFI^{4.59}$ l/s/km²
- per $BFI > 0.685$ $q_{mv}=2$ l/s /km²

Quest'ultima espressione viene applicata anche ad alcuni corsi d'acqua con un bacino imbrifero di estensione minore di 200 km² ma di elevato valore ambientale:

- fiume Nera a monte della confluenza col torrente Ussita;
- torrente Ussita;
- torrente Menotre.

Per alcuni fiumi, con caratteristiche idrologiche particolari, vengono invece fissati contributi specifici:

- fiume Tevere a valle della confluenza col fiume Nera $q_{mv}=1.6$ l/s/km²
- fiume Corno a monte della confluenza col fiume Sordo $q_{mv}=0.4$ l/s/km²
- fiume Teverone $q_{mv}=1.2$ l/s/km²

Per altri viene fissato direttamente il valore di DMV:

- fiume Chiani DMV=100 l/s
- fiume Nestore DMV =100 l/s
- torrente Marroggia DMV =100 l/s.

I valori di DMV così definiti, relativi a tutti i corsi d'acqua in cui è localizzata una stazione di misura della rete idrometrica del Servizio Idrografico della Regione Umbria, sono riportati in Tab. 199. Tali deflussi minimi sono espressi sia in termini di deflussi unitari (l/s/km²), che assoluti (m³/s).

Tab. 199 – Valori del DMV per alcune sezioni di interesse - Delibera AbT n. 97 del 18 dicembre 2001

Sottobacino	Corso d'acqua	Stazione idrometrica	Area	BFI	DMV	
			km ²	%	l/s/km ²	m ³ /s
Alto Tevere	Tevere	S.Lucia	934	42,8	0,316	0,295
		Pierantonio	1953,4	43	0,321	0,627
		Ponte Felcino	2033	43,4	0,331	0,672
	Sovara	Pistrino	105,2	48	0,468	0,049
	Cerfone	Lupo	282,5	45	0,373	0,105
	Carpina	Montone	132,2	44	0,346	0,046
	Assino	Mocaiana	95	49	0,505	0,048
	Assino	Serrapartucci	165,7	49	0,505	0,084
Chiascio	Chiascio	Branca	307,3	57	0,915	0,281
		Pianello	532	52,5	0,657	0,350
		Ponte Rosciano	1956	60,2	1,148	2,245
Topino – Marroggia	Marroggia	Azzano	260,7	72		0,100
	Menotre	Pale	127	78	2,000	0,254
	Timia	Cantalupo	542,9	68	1,200	0,651
	Topino	Valtopina	272,5	63	1,392	0,379
		Bevagna	447,7	67	1,815	0,812
		Cannara	1106	65,3	1,624	1,796
		Bettona	1220	65,3	1,624	1,981
Medio Tevere	Tevere	Ponte Nuovo	4147	53,3	0,698	2,893
		Monte Molino	5568	50	0,545	3,034
	Naia	Todi	228,9	70	2,000	0,458
Nestore	Nestore	Marsciano	793,4	52		0,100
Paglia - Chiani	Paglia	Orvieto Scalo	1320	30,5	0,143	0,188
	Chiani	Ponte Morrano	422	36		0,100
		Ponticelli	143,7	36		0,100
		Ponte Osteria	270	36		0,100
Nera	Nera	Vallo di Nera	1281	83	2,000	2,563
		Torre Orsina	1445	83	2,000	0,289

Fonte: Delibera dell'Autorità di Bacino del Fiume Tevere n. 97 del 18 dicembre 2001

6.2.2 Documento preliminare per la redazione del Piano Stralcio per la Programmazione ed Utilizzazione della Risorsa Idrica (PS9) - 2006

Nell'ambito degli studi per la predisposizione del Piano di Bacino del fiume Tevere – IX Stralcio funzionale per la programmazione e l'utilizzazione della risorsa idrica superficiale e sotterranea (PS9), l'Autorità di Bacino del Fiume Tevere ha condotto uno studio per la determinazione della dipendenza delle aree disponibili ponderali (ADP) dalla portata per i principali tronchi fluviali del bacino del Tevere (AAVV, 1999).

In tale studio vengono assunte come specie di riferimento la trota, per i corsi d'acqua in cui questa è stata rinvenuta, e il barbo per gli altri fiumi. Per quanto riguarda il bacino del Tevere ricadente in Umbria, sono stati trattati come fiumi "a trota" il fiume Nera, i suoi affluenti e il fiume Menotre. Tutti gli altri corsi d'acqua, corrispondenti ad oltre il 70% dei tratti definiti in Umbria, sono stati considerati "a barbo". Il corso del Tevere a valle della confluenza del Nera è stato trattato separatamente.

Per ciascuna sezione esaminata, è stato determinato l'andamento dell'ADP in funzione della portata, nonché il valore ottimale di questa (Q_{ott}), il valore, cioè, per il quale l'ADP è risultata massima.

Tale valore è stato confrontato con il valore della minima portata media di sette giorni con tempo di ritorno 10 anni, $Q_{7,10}$.

L'esame dell'andamento dei contributi corrispondenti alle Q_{ott} e $Q_{7,10}$ ha permesso di constatare che il comportamento dei tratti fluviali "a trota" differisce sostanzialmente da quello dei tratti fluviali "a barbo"; di conseguenza i rispettivi valori del minimo deflusso vitale sono stati determinati con criteri differenti.

Nei corsi d'acqua "a barbo" la Q_{ott} risulta sempre molto superiore al contributo dell'indice di magra delle portate naturali, $Q_{7,10}$. A questo viene attribuito il significato che tale valore non è mantenibile neanche in condizioni naturali.

Volendo fissare un obiettivo ragionevole per la protezione degli ecosistemi idrici, gli autori propongono di fare riferimento ad una portata compatibile con il regime idrologico del corso d'acqua; una portata che sia possibile mantenere pressoché costantemente, consentendo anche un certo prelievo idrico per altri usi. Viene proposto, pertanto, di determinare il DMV tramite la relazione:

$$DMV = 0.7 Q_{7,10}$$

Nei tratti fluviali "a trota" la situazione risulta molto differente: si tratta infatti di corsi d'acqua con un deflusso di base elevato, per cui la portata di magra $Q_{7,10}$ risulta quasi sempre superiore alla corrispondente Q_{ott} , almeno nei tratti alimentati da sorgenti consistenti.

Tenendo conto dei maggiori contributi di questi bacini, è stato ritenuto ammissibile abbassare il rapporto tra il minimo deflusso vitale e la $Q_{7,10}$, portandolo dal 70% al 50%. Peraltro, in tutti i casi in cui la $0.5 Q_{7,10}$ sale sopra la portata ottimale per l'ADP, è stato ritenuto ragionevole non imporre valori del DMV più elevati della Q_{ott} . Il criterio proposto è pertanto il seguente:

$$DMV = 0.5 Q_{7,10} \quad \text{se } 0.5 Q_{7,10} \leq Q_{ott}$$

$$DMV = Q_{ott} \quad \text{se } 0.5 Q_{7,10} > Q_{ott}$$

I valori di DMV definiti con i criteri sopra esposti ed i principali parametri necessari alla loro stima sono riportati in Tab. 200 per tutte le sezioni esaminate nel PS9.

Tab. 200 - Valori del DMV per alcune sezioni di interesse – Documento preliminare per la redazione del Piano Stralcio per la Programmazione ed Utilizzazione della Risorsa Idrica (PS9)

Fiume	Stazione	Asta	Specie ittica	A (Km ²)	Q _{7,10} (m ³ /s)	0.7 Q _{7,10} (m ³ /s)	0.5 Q _{7,10} (m ³ /s)	Q _{ott} (m ³ /s)	DMV
Cerfone		CF01	Barbo	283	0,101	0,070			0,070
Chiani	P. Morrano	CH01	Barbo	458	0,067	0,047			0,047
		CH02	Barbo	422	0,062	0,043			0,043
		CH03	Barbo	270	0,039	0,028			0,028
Chiasco	Torgiano	CI01	Barbo	1956	3,29	2,30			2,300
		CI02	Barbo	677	0,461	0,323			0,323
		CI03	Barbo	581	0,461	0,323			0,323
		CI04	Barbo	556	0,461	0,323			0,323
		CI05	Barbo	532	0,461	0,323			0,323
		CI06	Barbo	450	0,361	0,253			0,253
		CI07	Barbo	307	0,131	0,092			0,092
Corno		CR01	Trota	623	3,79	2,65	1,89	2,41	1,890
		CR02	Trota	612	3,79	2,65	1,89	2,41	1,890
		CR03	Trota	441	0	0	0	0	0,000
Marroggia		MR01	Barbo	397	1,41	0,990	0,345	1,45	0,990
		MR02	Barbo	261	0	0	0	0	0,000
Menotre		ME01	Trota	127	0,690	0,483	0,345	0,865	0,345
Nera	Macchiagrossa	NE01	Trota	4311	58,65	41,05	29,32	3,84	3,840
		NE02	Trota	4243	55,88	39,12	27,94	3,83	3,830
		NE03	Trota	4051	55,88	39,12	27,94	3,83	3,830
		NE04	Trota	3827	52,80	36,96	26,40	3,82	3,820
	Torre Orsina	NE05	Trota	1460	16,08	11,26	8,04	3,46	3,460
		NE06	Trota	1445	15,91	11,14	7,96	3,46	3,460
		NE07	Trota	1282	14,11	9,88	7,06	3,40	3,400
	Lastre	NE08	Trota	1178	12,97	9,08	6,49	3,35	3,350
		NE09	Trota	1017	11,20	7,84	5,60	3,27	3,270
	Triponzo	NE10	Trota	389	5,53	3,87	2,76	2,75	2,750
		NE11	Trota	380	3,59	2,51	1,80	2,36	2,360
	Visso	NE12	Trota	60	1,99	1,39	0,99	1,77	1,770
Nestore t.		NR01	Barbo	212	0,036	0,025	0,018	0,056	0,025
Nestore f.		NS01	Barbo	793	0,311	0,218	0,155	0,443	0,218
Paglia	Orvieto	PG01	Barbo	1340	0,455	0,318			0,318
		PG02	Barbo	1320	0,448	0,314			0,314
		PG03	Barbo	811	0,381	0,267			0,267
		PG04	Barbo	681	0,320	0,224			0,224
		PG05	Barbo	421	0,166	0,116			0,116
Sordo		SR01	Trota	142	1,78	1,24	0,888	1,66	0,888

Fiume	Stazione	Asta	Specie ittica	A (Km2)	Q7,10 (m3/s)	0.7 Q7,10 (m3/s)	0.5 Q7,10 (m3/s)	Qott (m3/s)	DMV
Tevere	Baschi	TV21	Barbo	7443	5,05	3,54			3,540
		TV22	Barbo	6103	4,60	3,22			3,220
	Corbara	TV23	Barbo	6075	4,59	3,21			3,210
		TV24	Barbo	5680	4,43	3,10			3,100
		TV25	Barbo	5568	4,39	3,07			3,070
	P. Nuovo	TV26	Barbo	4424	3,94	2,76			2,760
		TV27	Barbo	4225	3,86	2,70			2,700
		TV28	Barbo	4147	3,83	2,68			2,680
		TV29	Barbo	2188	0,543	0,380			0,380
	P. Felcino	TV30	Barbo	2173	0,541	0,379			0,379
		TV31	Barbo	2033	0,517	0,362			0,362
		TV32	Barbo	1953	0,504	0,353			0,353
	S. Lucia	TV33	Barbo	1621	0,448	0,314			0,314
		TV34	Barbo	1408	0,412	0,288			0,288
		TV35	Barbo	1256	0,387	0,271			0,271
		TV36	Barbo	1021	0,347	0,243			0,243
		TV37	Barbo	934	0,332	0,233			0,233
		TV38	Barbo	858	0,305	0,214			0,214
		TV39	Barbo	475	0,169	0,118			0,118
		TV40	Barbo	418	0,149	0,104			0,104
		TV41	Barbo	338	0,120	0,084			0,084
		TV42	Barbo	274	0,098	0,068			0,068
		TV43	Barbo	240	0,086	0,060			0,060
		TV44	Barbo	114	0,041	0,028			0,028
		TV45	Barbo	50	0,018	0,012			0,012
Teverone		TR01	Barbo	604	1,41	0,990			0,990
		TR02	Barbo	543	1,41	0,990			0,990
Topino	P. Bettona	TP01	Barbo	1220	2,61	1,83			1,830
		TP02	Barbo	487	1,20	0,839			0,839
		TP03	Barbo	445	1,10	0,767			0,767
		TP04	Barbo	273	0,295	0,207			0,207
Ussita	Visso	US01	Trota	39	0,498	0,348	0,249	0,664	0,249
Velino		VE01	Trota	2357	34,95	24,46	17,47	3,73	3,730
		VE02	Trota	2274	33,72	23,60	16,86	3,72	3,720
Vigi		VG01	Trota	106	1,17	0,817	0,584	1,27	0,584

Fonte: Documento preliminare per la redazione del Piano Stralcio per la Programmazione ed Utilizzazione della Risorsa Idrica (PS9) – Autorità di Bacino del Fiume Tevere, 2006

6.3 Approccio idrologico alla determinazione del DMV

Il criterio generale, per la definizione del DMV, proposto dall'Autorità di Bacino del Tevere con Delibera n. 97 del 18 dicembre 2001 è pressoché coincidente con il valore di 0.7 $Q_{7,10}$ sulle aste con specie di riferimento il barbo, mentre per quelle a trota si raggiunge sempre il valore limite massimo.

Il DMV così calcolato assume valori che variano tra 1% e 5% della portata media storica per i corsi d'acqua della porzione umbra del bacino del Tevere a monte della confluenza del fiume Nera, ad eccezione delle aste fluviali del sottobacino del Chiascio. Il corso dell'alto Tevere, fino alla confluenza del fiume Chiascio, presenta valori di DMV pari a circa il 2-3% della portata media, mentre il sistema Paglia – Chiani dell'ordine del 1-2%.

Per quanto riguarda il fiume Nera, caratterizzato da deflussi naturali consistenti e scarsamente variabili, il DMV calcolato senza imporre il valore soglia di 2 l/s/km² sarebbe dell'ordine del 20-25% della portata media, applicando la soglia massima si ottengono valori di DMV dell'ordine del 8-11%. Risultati non troppo dissimili si ottengono dal confronto dei valori di DMV proposti dall'Autorità di Bacino del Tevere nell'ambito del PS9 con i valori delle portate medie storiche. Anche in questo caso i DMV proposti per gli stessi sottobacini risultano variare tra 1% e 5% della portata media storica con valori inferiori al 2% per il Tevere a monte del Chiascio e addirittura inferiori a 1% per il Chiani. Valutazioni sperimentali condotte dall'Autorità di Bacino del fiume Po e dall'Autorità dei Bacini Regionali Romagnoli portano ad individuare nel 4% della portata media naturale il limite minimo per la definizione del DMV. Pertanto per tutte le sezioni di Tab. 199 il valore del 4% della portata media è stato messo a confronto (Tab. 201) con i valori di DMV stimati con le metodologie proposte dall'Autorità di Bacino del Fiume Tevere. Dal confronto emerge che per la maggior parte delle sezioni localizzate lungo il corso dell'Alto Tevere e dei suoi affluenti, del Nestore e del Paglia-Chiani, il criterio del 4% fornisce valori di DMV superiori a quelli proposti dall'ABT. Viceversa, per tutti i corsi d'acqua alimentati, anche parzialmente, dalle strutture carbonatiche, il metodo dell'ABT fornisce valori sensibilmente superiori al 4% della portata media.

Tab. 201 – Confronto DMV proposti da Autorità di Bacino del fiume Tevere e 4% della portata media storica.

Sottobacino	Corso d'acqua	Stazione	Tipologia (ABT-PS9)	Specie ittica	Area (km ²)	Q _{med} STORICA (m ³ /s)	DMV ABT (2001) (m ³ /s)	DMV ABT (2006) (m ³ /s)	4% Q _{med} (m ³ /s)
Alto Tevere	Tevere	S.Lucia	Alto Tevere	Barbo	934	14.85	0.295	0.233	0.59
		Pierantonio	Alto Tevere	Barbo	1953.4	22.20	0.627	0.353	0.89
		Ponte Felcino	Alto Tevere	Barbo	2033	28.55	0.672	0.362	1.14
	Sovara	Pistrino	Alto Tevere	Barbo	105.2	0.35	0.049		0.01
	Cerfone	Lupo	Alto Tevere	Barbo	282.5	3.10	0.105	0.070	0.12
	Carpina	Montone	Alto Tevere	Barbo	132.2	1.48	0.046		0.06
	Assino	Mocaiana	Alto Tevere	Barbo	95	1.69	0.048		0.07
	Assino	Serrapartucci	Alto Tevere	Trota	165.7	1.84	0.084		0.07
Chiascio	Chiascio	Branca	Carbonatico	Barbo	307.3	2.85	0.281	0.092	0.11
		Pianello	Carbonatico	Barbo	532	5.38	0.350	0.323	0.22
		P. Rosciano	Carbonatico	Barbo	1956	23.00	2.245	2.300	0.22
Topino – Marroggia	Marroggia	Azzano	Carbonatico	Barbo	260.7	3.30	0.100	0	0.13
	Menotre	Pale	Carbonatico	Trota	127	2.20	0.254	0.345	0.09
	Timia	Cantalupo	Carbonatico	Barbo	542.9	5.87	0.651		0.23
	Topino	Valtopina	Carbonatico	Barbo	272.5	2.61	0.379	0.207	0.10
		Bevagna	Carbonatico	Barbo	447.7	4.66	0.812	0.767	0.19
		Cannara	Carbonatico	Barbo	1106	12.11	1.796		0.48
		Bettona	Carbonatico	Barbo	1220	12.11	1.981	1.830	0.48
Medio Tevere	Tevere	Ponte Nuovo	Alto Tevere	Barbo	4147	51.49	2.893	2.680	2.06
		Monte Molino	Alto Tevere	Barbo	5568	59.05	3.034	3.070	2.36
	Naia	Todi	Alto Tevere	Barbo	228.9	2.66	0.458		0.11
Nestore	Nestore	Marsciano	Alto Tevere	Barbo	793.4	7.73	0.100	0.218	0.31
Paglia - Chiani	Paglia	Orvieto Scalo	Alto Tevere	Barbo	1320	13.77	0.188	0.314	0.55
	Chiani	Ponticelli	Alto Tevere	Barbo	143.7	1.81	0.100		0.07
		Ponte Osteria	Alto Tevere	Barbo	270	3.40	0.100	0.028	0.14
		Ponte Morrano	Alto Tevere	Barbo	422	5.00	0.100	0.043	0.20
Nera	Nera	Vallo di Nera	Carbonatico	Trota	1281	29.74	2.563	3.400	1.19
		Torre Orsina	Carbonatico	Trota	1445	27.34	2.890	3.460	1.09

Fonte: ARPA Umbria

6.4 Approccio sperimentale

6.4.1 Introduzione

Nel presente paragrafo vengono presentati i risultati dell'approccio sperimentale messo a punto dal Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia dell'Università degli Studi di Perugia per la definizione dei deflussi minimi vitali del reticolo idrografico umbro.

Tale approccio è basato sullo studio metodologico promosso dall'Autorità di Bacino del Fiume Tevere noto come "*Studio delle popolazioni ittiche per la definizione metodologica delle portate di minimo vitale nel bacino idrografico del fiume Tevere*".

6.4.2 Studio delle popolazioni ittiche per la definizione metodologica delle portate di minimo vitale nel bacino idrografico del fiume Tevere dell'Autorità di Bacino del fiume Tevere

6.4.2.1 Premessa

L'Autorità di Bacino del Fiume Tevere ha promosso uno studio, noto come "*Studio delle popolazioni ittiche per la definizione metodologica delle portate di minimo vitale nel bacino idrografico del fiume Tevere*", basato sulla determinazione contemporanea di variabili idrologiche, ambientali e biologiche, con l'intento di acquisire una metodologia estensibile a tutto il bacino del Fiume Tevere.

I parametri considerati nell'ambito dello studio metodologico sono i seguenti:

- Caratteristiche morfologiche: morfologia e larghezza dell'alveo, profondità;
- Caratteristiche fisiche: temperatura dell'aria, temperatura dell'acqua e pressione atmosferica;
- Caratteristiche fisico-chimiche e chimiche: pH, conducibilità, ossigeno disciolto;
- Caratteristiche ambientali: vegetazione delle sponde, ombreggiamento dell'alveo, copertura vegetale del fondo, granulometria, cover (zone di rifugio per i pesci);
- Fauna ittica: specie presenti, zonazione ittica, densità di individui, biomassa, struttura delle popolazioni, successo riproduttivo, accrescimento, dinamica di popolazione, sopravvivenza, produzione.

A tale scopo, sono state effettuate osservazioni sperimentali in tratti fluviali omogenei e l'attività di ricerca in campagna è stata completata da indagini di laboratorio relative alle analisi di tutte le specie ittiche campionate caratterizzanti il tratto.

Per ciò che concerne l'utilizzazione dei dati e la loro elaborazione, il piano sperimentale delle ricerche è stato impostato sull'utilizzazione di variabili multiple da trasformare su base biologica, assumendo come riferimento il metodo IFIM, che consente, attraverso numerose misurazioni effettuate nell'ambiente fluviale, di quantificare i cambiamenti dell'habitat conseguenti all'aumento o alla diminuzione della portata.

Le portate minime vitali sono determinate valutando l'habitat disponibile per le specie che presentano una distribuzione significativa ai fini della modellizzazione. L'obiettivo è quello di predire quantitativamente l'habitat disponibile per la fauna ittica, tenendo conto della densità, dello standing crop, della struttura di popolazione, dell'accrescimento e della produzione delle specie che presentano una distribuzione significativa ai fini della modellizzazione.

Il primo passaggio consiste nel costruire curve di preferenza (Fig. 80) che relazionano le variabili idrologiche con la presenza delle singole specie; in pratica i singoli parametri idrologici vengono trasformati utilizzando le variabili ittiche misurate o calcolate. Dall'analisi delle singole curve è possibile determinare i valori ottimali dei parametri idrologici per una determinata specie.

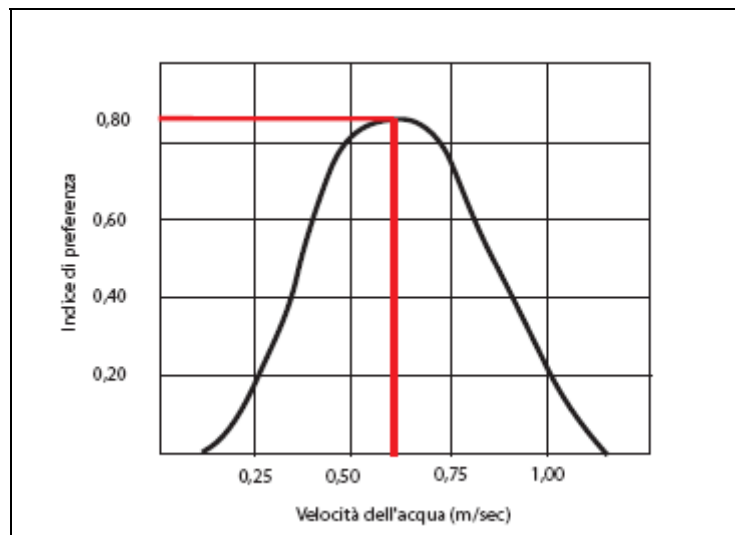


Fig. 80 – Curve di preferenza

Fonte: Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia dell'Università degli Studi di Perugia

Successivamente, i coefficienti di idoneità relativi ai parametri idrologici utilizzati sono moltiplicati fra loro e per l'area del tratto fluviale in cui sono effettuate le misure. Il valore che si ottiene rappresenta l'ADP (Area Disponibile Ponderata), che viene associato al dato di portata misurato. Nella Fig. 81 è rappresentata una curva di questo tipo, e, per alcuni punti della stessa, la riduzione della superficie bagnata utile per i pesci.

Sulla base della simulazione di un range di portate rappresentativo del tratto, viene costruita la curva che relaziona l'andamento dell'ADP al variare delle portate stesse. La curva che si ottiene permette di calcolare l'area ponderata ottimale per la specie considerata e di conseguenza la portata minima vitale.

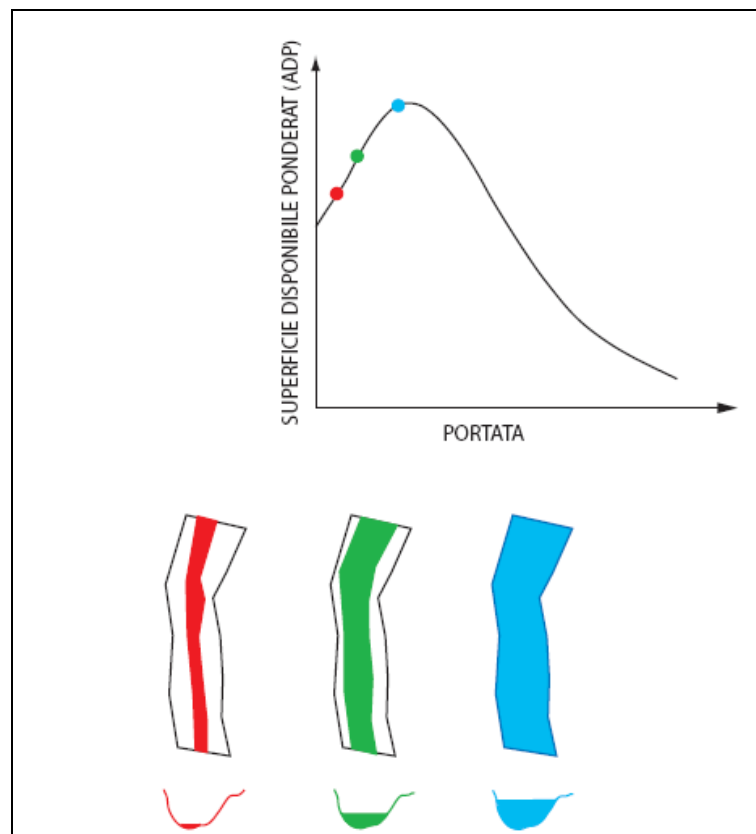


Fig. 81 – Curva di ADP

Fonte: Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia dell'Università degli Studi di Perugia

6.4.2.2 Zonazione ittica

La maggior parte dei corsi d'acqua presenta un'estrema variabilità ambientale: dalle sorgenti alla foce, con il diminuire della quota, cambia la larghezza dell'alveo, la pendenza, la profondità dell'acqua, il materiale di fondo, la temperatura dell'acqua e la maggior parte delle caratteristiche fisico-chimiche, chimiche e biologiche.

In conseguenza di ciò, le colonizzazioni vegetali ed animali mutano di aspetto, consistenza ed estensione, sia da una riva all'altra, sia lungo il profilo del corso d'acqua.

Per tale motivo, non è possibile classificare un corso d'acqua in zone omogenee (zonazione longitudinale) utilizzando uno o pochi parametri. Risultati soddisfacenti si ottengono, invece, facendo ricorso a variabili biologiche.

Tra gli organismi che colonizzano i corsi d'acqua, i pesci sono stati considerati estremamente validi per caratterizzare la varietà degli ambienti fluviali. Conseguentemente, l'utilizzazione della fauna ittica per designare le diverse zone dei corsi d'acqua è diventata sempre più frequente nelle ricerche idrobiologiche e questa permette di classificare in modo efficace i singoli tratti.

Lo schema adottato, basato sul modello di Huet (1949) e sviluppato sulla base di ricerche effettuate nell'ambito del bacino idrografico del Fiume Tevere, individua quattro zone riportate in Tab. 202. Nella Fig. 82 è inoltre rappresentato lo schema di zonazione longitudinale ed i profili trasversali delle singole zone.

Tab. 202 – Zonazione ittica

Zona	Settore fluviale	Habitat	Substrato	Ecologia	Specie dominante	Specie comuni	Specie rare
<i>Zona superiore della trota</i>	Tratto montano	Acque veloci con cascatelle	Roccioso	Acque turbolenti, fresche e ben ossigenate, inquinamento pressoché assente	Trota fario	Scazzone, Vairone	Anguilla
<i>Zona inferiore della trota</i>	Tratto montano-pedemontano	Acque veloci senza salti	Roccioso - Ciottoloso	Acque veloci, fresche e ben ossigenate, inquinamento pressoché assente	Trota fario	Vairone, Anguilla, Spinarello	Trota marmorata, Barbo, Cavedano, Rovella, Persico reale, Luccio
<i>Zona del barbo</i>	Tratto pedemontano-collinare	Acque mediamente veloci	Ciottoloso - Ghiaioso	Acque fresche e ossigenate, inquinamento possibile	Barbo, Cavedano	Rovella, Alborella	Trota fario, Vairone, Anguilla, Spinarello, Triotto, Savetta, Lasca, Carassio dorato, Persico reale, Persico sole, Pesce gatto, Luccio, Scardola, Tinca, Carpa
<i>Zona della carpa e della tinca</i>	Tratto di pianura	Acque lente	Ghiaioso - Limoso	Acque calde in estate, fredde in inverno, ossigeno carente, inquinamento	Carpa, Tinca	Rovella, Triotto, Carassio dorato, Persico reale	Cavedano, Triotto, Savetta, Lasca, Persico sole, Pesce gatto, Luccio, Scardola

Fonte: Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia dell'Università degli Studi di Perugia

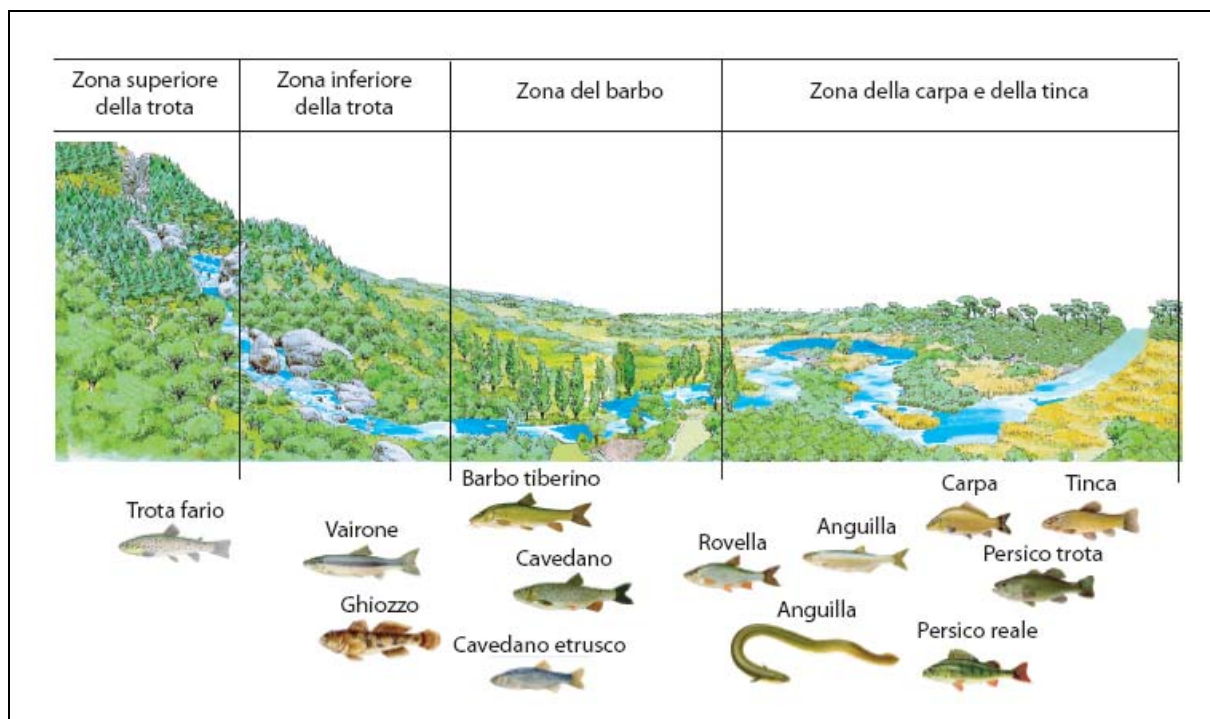


Fig. 82 – Zonazione ittica

Fonte: Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia dell'Università degli Studi di Perugia

La zonazione ittica rappresenta un elemento fondamentale, in quanto permette di individuare corsi d'acqua e settori di essi significativi ai fini delle rilevazioni sperimentali, consentendo così di estendere, in una fase successiva, i risultati scaturiti dalla ricerca, all'intera rete dei corsi d'acqua del bacino.

6.4.2.3 Corsi d'acqua considerati

Nell'ambito dell'attività preliminare è stato convenuto di puntare l'attenzione sulle due zone della trota, che per le prevalenti condizioni di omogeneità sono state accorpate in una zona unica, e su quella del barbo. E' stata quindi esclusa la zona della carpa e della tinca, scarsamente rappresentata nel bacino del Fiume Tevere.

I tratti a trota e a barbo presi in esame dallo studio sono riportati in Tab. 203 e Tab. 204 rispettivamente.

Tab. 203 – Tratti a trota

Sottobacino	Tratto
Chiascio	Fiume Menotre (Ponte S.Lucia)
Nera	Fiume Nera (Triponzo)
	Fiume Nera (Piedipaterno)
	Fiume Corno (confluenza con il fiume Nera)
	Fiume Vigi (Sellano)
Aniene	Fiume Aniene (Subiaco) *

Fonte: Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia dell'Università degli Studi di Perugia

Tab. 204 – Tratti a barbo

Sottobacino	Tratto
Alto Tevere	Fiume Tevere (Gorgabuia) Fiume Tevere (Santa Lucia)
Medio Tevere	Fiume Tevere (Pontenuovo)
Basso Tevere	Fiume Treia (a monte di Civita Castellana)*
Chiascio	Fiume Chiascio (a valle di Valfabbrica) Fiume Topino (Valtopina)
Nestore	Fiume Nestore (Marsciano)
Paglia	Fiume Paglia (Ponte Adunata)

* Fuori dal territorio regionale

Fonte: Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia dell'Università degli Studi di Perugia

6.4.2.4 Curve di idoneità e ADP - Approccio metodologico preliminare

Le curve di idoneità sono state costruite tenendo conto delle vocazioni ittiche naturali (zona della trota e zona del barbo) e delle specie che le caratterizzano (trota fario per la prima zona, barbo tiberino, cavedano comune, rovello, alborella, carassio dorato e vairone per la seconda). Relativamente a queste specie sono stati utilizzati la maggior parte degli indici ittici calcolati (densità, standing crop, produzione, successo riproduttivo, struttura di popolazione, sopravvivenza), con l'obiettivo di trasformare le variabili idrauliche ed ambientali. L'utilizzazione di tutti gli indici e le variabili sopra citati avrebbe però portato alla produzione di un elevato numero di curve con la necessità poi di individuare strumenti di analisi e confronto al fine di raggiungere l'obiettivo prefissato nello studio e cioè la determinazione delle portate minime vitali.

Inizialmente è stata utilizzata la densità rispetto all'altezza idrometrica e ciò è servito per verificare che le curve ottenute utilizzando metodi diversi, quali ad esempio l'unione dei punti esterni, la media mobile a 3 punti e il fitting con polinomiale di 4° grado non differivano fra loro in modo sostanziale; ma l'ultimo metodo, a differenza dei primi due, permette di avere una curva replicabile.

Si è poi osservato che, utilizzando il metodo di Sempeksy, la curva fittata sempre con il metodo polinomiale garantisce risultati migliori in quanto viene costruita utilizzando i dati prevalenti per classi di frequenza delle variabili idrauliche o ambientali utilizzate. Il modello di riferimento è il seguente:

$$C_{x,i} = (N_i/N_t)/(F_i/F_t)$$

dove: N_i/N_t rappresenta il numero di pesci associati alla modalità i diviso il numero totale di pesci, F_i/F_t è il numero totale di punti associati alla modalità i diviso il numero totale di punti campionati, $C_{x,i}$ esprime la proporzione dell'indice di preferenza massimo per la variabile x .

Infine, il problema della complessità delle informazioni ittiche (6 variabili) è stato risolto utilizzando l'analisi multivariata (analisi dei fattori), sottoponendo a riordino della variabilità le 6 variabili ittiche. Per la costruzione delle curve sono stati utilizzati i pesi fattoriali (factor scores) relativi al primo fattore. Tali valori sono stati successivamente utilizzati per il calcolo del $C_{x,i}$ che infine è stato normalizzato (su una scala da 0 a 1) per l'individuazione dei valori di idoneità ottimali per la specie considerata.

6.4.2.5 Approccio metodologico definitivo per le curve di idoneità

L'approccio metodologico adottato definitivamente per la costruzione delle curve di idoneità consiste nell'utilizzare, per la trasformazione delle variabili idrauliche, un indice biologico sintetico che, integrando le principali variabili ittiche, riduce il numero stesso delle curve, tenendo conto di tutti gli indici di stato delle popolazioni.

In sintesi la metodologia utilizzata si avvale di tale impostazione:

- a partire dai dati ittici di base è stata operata una normalizzazione dei 4 parametri ittici (indice di sopravvivenza, indice di struttura, coefficiente b della regressione lunghezza-peso);
- è stato calcolato un indice biologico come prodotto dei 4 indici normalizzati; la nuova base dati di riferimento per le curve di preferenza è costituita da: valori medi dell'altezza dell'acqua, velocità dell'acqua, densità ittica e indice biologico;
- definizione degli intervalli delle variabili idrauliche (altezza e velocità) mediante il metodo di Sturges;
- rappresentazione grafica dei valori di densità probabile mediante istogrammi di frequenza;
- associazione fra intervalli delle variabili idrauliche, valori di densità probabile media di ciascuna specie e il relativo valore dell'indice biologico medio, precedentemente calcolato;

- se il valore dell'indice per una determinata classe del parametro idraulico è inferiore a 0,1, gli intervalli di ampiezza della variabile idraulica sono stati incrementati fino ad ottenere un indice biologico superiore a 0,1 che rappresenta il valore limite prefissato. Così facendo si ottiene un grafico che rappresenta i valori di densità ottimizzata per valori dell'indice biologico.

L'elaborazione successiva è costituita da un'interpolazione dei dati con metodo polinomiale (4° ordine) e normalizzazione degli stessi; ciò consente di acquisire la funzione di idoneità della variabile idraulica selezionata rispetto alle singole specie.

Per la zona della trota la specie assunta come riferimento è la trota fario.

Il problema della complessità delle informazioni ittiche nella zona del barbo, invece, è stato risolto attraverso l'identificazione di una curva di preferenza che riassume le indicazioni di tutte le specie caratterizzanti. Seguendo tale percorso, è stata identificata una specie virtuale, definita SuperFish, che integra gli input biologici di 4 taxa: barbo tiberino, cavedano comune, rovello e vairone. Quindi, in questo caso, è possibile utilizzare separatamente le specie caratterizzanti la zona o assumere come riferimento la curva di idoneità che le integra (SuperFish).

6.4.2.6 *Approccio metodologico per le curve di ADP*

Definite le curve di idoneità, il passaggio successivo consiste nella determinazione dell'habitat fisico disponibile (ADP) di ciascuna specie ittica, per ogni portata reale o simulata.

In prima istanza sono state calcolate le velocità medie e le altezze medie di ciascun tratto fluviale per una serie ordinata di portate.

Utilizzando le curve di preferenza precedentemente calcolate e i dati di altezza media e velocità media associati ad ogni portata, sono stati determinati i valori di idoneità. Dal prodotto di tali valori per la superficie media del tratto è stata determinata l'ADP, che rappresenta la superficie media utile alla portata considerata.

Dividendo il valore di ADP per la superficie totale del tratto e disponendo, in un spazio cartesiano, la variazione dell'habitat fisico disponibile in funzione della portata, si ottiene una linea spezzata che viene definita curva di ADP.

L'osservazione di punti di massimo o di rottura dell'andamento di questa funzione consente di arrivare alla formulazione di un giudizio sulla variazione dell'area disponibile per ciascuna specie ittica, al variare delle condizioni idrologiche ed, in ultima analisi, del deflusso minimo vitale.

Per le specifiche curve di idoneità individuate per le varie specie si rimanda allo studio metodologico.

6.4.2.7 *Criteri per l'utilizzazione delle curve di ADP*

Il valore massimo di ADP indica le condizioni idrauliche ottimali minime per le esigenze biologiche ed ecologiche della fauna ittica. Valori inferiori devono essere considerati limitanti, in quanto modificano le caratteristiche demografiche e strutturali sia della comunità ittica che delle popolazioni; la limitazione aumenta col ridursi dei valori di portata ottimale, fino a raggiungere condizioni di non idoneità per la vita acquatica qualora la portata si riduca drasticamente.

La stima dei danni possibili per la fauna ittica, conseguenti all'adozione di portate minime inferiori a quelle ottimali è fornita nelle tabelle seguenti.

Dal momento che la fase più delicata per ogni specie ittica è rappresentata dalla riproduzione, per le specie guida delle due zone ittiche (trota e barbo), vengono indicati nelle tabelle i periodi in cui, appunto per esigenze riproduttive, dovrebbero essere ripristinate le portate minime vitali ottimali.

Tab. 205 - Valutazione della sostenibilità della riduzione di portata rispetto ai valori di minimo vitale in ambiti a diversa valenza naturalistica - Zona del barbo

Riduzione della Q _{ott}	Riduzione delle risorse ittiche (%)	Sostenibilità delle perdite ittiche in ambienti ad alta valenza naturalistica	Sostenibilità delle perdite ittiche in ambienti a bassa valenza naturalistica
0	0	Valori ottimali	Valori ottimali
10	2,5	Sostenibile	Sostenibile
20	10	Al limite della sostenibilità	Sostenibile, ma sono possibili alterazioni della struttura di popolazione
30	21,3	Non sostenibile	Sostenibile, ma sono possibili alterazioni della struttura di popolazione, del successo riproduttivo e dell'accrescimento
40	35,9	Non sostenibile	Al limite della sostenibilità
50	51,9	Non sostenibile	Non sostenibile

Fonte: Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia dell'Università degli Studi di Perugia

Tab. 206 - Valutazione della sostenibilità della riduzione di portata rispetto ai valori di minimo vitale in ambiti a diversa valenza naturalistica - Zona della trota

Riduzione della Q _{ott}	Riduzione delle risorse ittiche (%)	Sostenibilità delle perdite ittiche in ambienti ad alta valenza naturalistica	Sostenibilità delle perdite ittiche in ambienti a bassa valenza naturalistica
0	0	Valori ottimali	Valori ottimali
10	5,4	Sostenibile	Sostenibile
20	19,8	Al limite della sostenibilità	Sostenibile, ma sono possibili alterazioni della struttura di popolazione, del successo riproduttivo e dell'accrescimento
30	41,5	Non sostenibile	Sostenibile, ma sono possibili alterazioni della struttura di popolazione, del successo riproduttivo e dell'accrescimento
40	67,5	Non sostenibile	Non sostenibile
50	93,7	Non sostenibile	Non sostenibile

Fonte: Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia dell'Università degli Studi di Perugia

6.4.2.8 Linee guida per la regionalizzazione dei risultati

Per quanto riguarda l'estensione dell'approccio metodologico all'intero bacino idrografico del fiume Tevere, nello studio promosso dall'Autorità di Bacino del Fiume Tevere sono state definite le linee guida che rappresentano un primo tentativo di applicazione dei risultati dello studio stesso.

Qui di seguito sono riportati alcuni stralci della relazione "Misure idrometriche per la definizione metodologica delle portate di minimo vitale - Rapporto finale" del Prof. Manciola (1999), che nell'ambito dello studio metodologico si è occupato di tale aspetto.

"I dati di portata associati al massimo valore di ADP, in seguito indicati con Q_{ott} , sono stati valutati in modo comparativo ed in relazione ai principali parametri idro-morfologici di bacino per verificare la sussistenza di particolari legami funzionali.

Tra tutti i parametri morfologici è stata scelta, come parametro guida, la superficie del bacino sotteso dal tratto di studio.

I dati di base utilizzati per verificare la regionalizzazione delle portate Q_{ott} sono stati desunti dal Piano direttore del Bacino del Tevere e dal meno recente, ma ancora attuale, studio per la Gestione Integrata degli Invasi e Definizione delle Portate di Minimo vitale. entrambi promossi dalla Autorità di Bacino del Tevere. In particolare, sono state utilizzate le relazioni regionali proposte nei precedenti studi per stimare, in funzione della superficie di bacino S e del BFI, la portata media, il $Q_{7,10}$ e le portate estreme della curva di durata (Q_{347} , Q_{355}).

I dati forniti sono già stati disaggregati per le due macro aree (zona a trota e zona a barbo) nelle quali è stato suddiviso l'ambito di studio, in quanto sono emerse come peraltro atteso, comportamenti differenziati.

Pertanto sono state effettuate le seguenti assunzioni nella stima della Q_{ott} da sottoporre ad analisi regionale:

Regionalizzazione zona a Barbo

$$Q_{ott} = 0,0368 * S^{0,5919}$$

$$q_{ott} = 267,15 * S^{-0,3813}$$

Anche per la zona tipica delle specie ittiche riconducibili ai ciprinidi reofili, sono state effettuate le stesse elaborazioni svolte per la zona a trota (salmonidi). I risultati ottenuti hanno confermato la stretta correlazione esistente tra le portate Q_{ott} e q_{ott} con la superficie di bacino sotteso.

Al contrario del caso relativo alla zona della trota, non è stata osservata un'analoga correlazione con le portate di magra e le Q_{ott} . Questo risultato, in parte non atteso, può ricondursi alla maggiore difficoltà di stima delle portate di magra in un'area caratterizzata da formazioni a medio - bassa permeabilità e da significati prelievi per usi irrigui ed industriali."

6.4.3 Sviluppo dello studio metodologico dell'Autorità di Bacino del fiume Tevere

6.4.3.1 Piano sperimentale

Il primo obiettivo dello sviluppo del metodo proposto dall'Autorità di Bacino del fiume Tevere è quello di mettere a punto uno strumento utile a gestire le risorse idriche superficiali umbre, garantendo la compatibilità del loro sfruttamento con la conservazione degli ecosistemi fluviali.

Indispensabile al raggiungimento dell'obiettivo è il perfezionamento dei modelli di regionalizzazione, mantenendo comunque l'impostazione di determinare le portate di minimo vitale utilizzando metodologie di trasformazione delle variabili idrauliche su base biologica.

L'ottimizzazione della regionalizzazione è fondamentale soprattutto per la zona del barbo che rappresenta la vocazione ittica naturale di riferimento per i corsi d'acqua su cui si concentrano gli interessi e le richieste di concessione.

Il secondo elemento considerato riguarda gli aspetti gestionali. La crescente richiesta di acqua per attività produttive richiede la necessità di poter individuare in tempi rapidi la compatibilità delle richieste di concessione, tenendo conto anche di quelle già assentite. Per tali motivi, nella messa a punto del modello è stata fatta la scelta di gestire le informazioni mediante un GIS relazionato ai database delle concessioni idriche.

Analogamente allo studio metodologico dell'Autorità di Bacino del Tevere, vengono considerate le condizioni di "naturalità" del corridoio fluviale, lo stato delle sponde (vegetazione ripariale, grado di ombreggiamento) e le caratteristiche dell'alveo (granulometria, copertura vegetale).

La qualità dell'acqua viene desunta dall'analisi di alcune variabili fisiche, fisico-chimiche e chimiche essenziali (temperatura dell'acqua, pH, conducibilità e ossigeno disciolto). Al fine di poter disporre delle grandezze idrauliche necessarie all'applicazione del metodo IFIM, già descritto, sono stati scelti tratti di corsi d'acqua in cui sono presenti stazioni della rete idrometrica regionale.

Rispetto allo studio metodologico dell'Autorità di Bacino del Tevere è stata mantenuta l'impostazione di considerare le specie guida della zona del barbo (barbo tiberino e cavedano) e le specie associate (vairone, rovello), operando però una semplificazione per ciò che concerne l'analisi delle popolazioni. Questa scelta è consistita nel considerare soltanto il dato di densità di popolazione ed è motivata dal fatto che buona parte delle caratteristiche (densità, standing crop, accrescimento, produzione, struttura di popolazione e successo riproduttivo), utilizzate nello studio metodologico, sono ben rappresentate dal dato densità.

Il campione di tratti fluviali considerato nello studio metodologico dell'Autorità di Bacino del Tevere, è stato integrato con nuovi casi. Infatti questo aveva fornito un set di dati non adeguato, sia dal punto di vista numerico che della composizione. Una delle principali evidenze è la pronunciata disomogeneità legata alla variabilità dei valori della superficie sottesa dalle sezioni considerate. Nell'ambito dello studio sperimentale tale scelta era giustificata dall'esigenza di coprire tutte le situazioni più significative della rete idrografica del bacino del Fiume Tevere.

Diversi sono invece i requisiti richiesti nello sviluppo del modello di regionalizzazione.

La zona del barbo costituisce l'elemento di riferimento fondamentale per la determinazione delle vocazioni ittiche naturali e copre sia aree pedemontane che di pianura. Ciò comporta una estrema variabilità delle caratteristiche dei corsi d'acqua coinvolti (larghezza, lunghezza, profondità, portata, caratteristiche dell'acqua). La maggior parte di queste caratteristiche è relazionata alla superficie del bacino sotteso e quindi è stato scelto nella regionalizzazione di far riferimento a set di dati omogenei rispetto a questo parametro.

Nella prima fase sono stati presi in considerazione tratti di corsi d'acqua caratterizzati da aree sottese non superiori a 300 km². In parte ricompresi nel vecchio campione in parte individuati a integrazione dello stesso. L'analisi di corsi d'acqua che sottendono bacini più ampi è rinviata alle fasi successive. In Tab. 207 viene presentato l'elenco dei nuovi tratti considerati.

Tab. 207 – Tratti di studio ad integrazione del campione dell'Autorità di bacino del Tevere

Corso d'acqua	Località	Zonazione ittica	Provincia	Superficie Sottesa
Caldognola	Nocera Umbra Scalo	Barbo	PG	83
Carpina	Loc. Petrelle	Barbo	PG	129
Cerfone	Lupo	Barbo	PG	102
Niccone	Migianella	Barbo	PG	183
Puglia	Collepepe	Barbo	PG	150
Sovara	Lupo	Barbo	PG	180
Chiascio	Pianello	Barbo	PG	594
Timia	Cannara	Barbo	PG	552
Tevere	Pistrino	Barbo	PG	341
Nestore	Mercatello	Barbo	PG	408
Topino	Foligno	Barbo	PG	375
F.sso Abbadia	Le Vette	Barbo	TR	18
F.sso Albergo La Nona	Podere Molinaccio	Barbo	TR	29
F.Chiani	Ponte S.Maria	Barbo	TR	180
F.Chiani	Ponte Osteria	Barbo	TR	270
F.Chiani	Morrano	Barbo	TR	422
F.Paglia	Allerona	Barbo	TR	648

Fonte: Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia dell'Università degli Studi di Perugia

6.4.3.2 Calcolo e gestione delle portate minime vitali

Le procedure per la determinazione delle portate minime vitali in larga parte ricalcano quelle già utilizzate nello studio metodologico, ma sono state inserite alcune variazioni.

In primo luogo la caratterizzazione ambientale è funzionale all'accertamento di eventuali stravolgimenti che possono modificare i popolamenti ittici.

Per ciò che concerne le popolazioni ittiche della zona del barbo, anche se sono stati considerati altri parametri, di fatto, il dato utilizzato per la trasformazione delle variabili idrauliche (tirante idraulico e velocità di corrente) è quello della densità di popolazione (numero di individui/m²). I dati di densità associati alle due variabili idrauliche hanno permesso di costruire le nuove curve di preferenza (una per il tirante idraulico ed una per la velocità di corrente). Tali curve sono state calcolate su un pool di dati più consistente ed omogeneo, tenuto conto dei criteri di selezione dei campioni descritti al paragrafo precedente.

La fase successiva è rappresentata dalla costruzione delle curve di ADP. Preliminarmente tali curve sono state applicate ai soli casi del campione già utilizzato nell'ambito dello Studio dell'Autorità di Bacino del fiume Tevere. L'esecuzione di misure morfologiche e batimetriche permetterà di estendere l'applicazione delle nuove curve di idoneità anche ai nuovi tratti di studio.

Ulteriori sviluppi del modello riguarderanno inoltre l'aggiornamento delle curve di preferenza e di quelle di ADP oltre che l'estensione della ricerca ad altri corsi d'acqua, caratterizzati da un bacino sotteso di maggiori dimensioni (300-600 km², 600-900 km²).

6.4.3.3 Regionalizzazione

Per estendere i risultati sperimentali di stima del deflusso minimo vitale ad una qualsiasi sezione del bacino del fiume Tevere si è fatto riferimento all'impostazione metodologica già applicata nell'ambito delle attività promosse dall'Autorità di Bacino del Fiume Tevere e soprattutto alle indicazioni dell'analisi esplorativa condotta nel 1997-98 dal gruppo di lavoro coordinato dal prof. Manciola. In particolare, sono state adottate relazioni non lineari che legano la variazione di portata con i valori di superficie di bacino sotteso. Analogamente a quanto emerso nello studio metodologico sopra citato, è stato ritenuto opportuno mantenere anche l'impostazione di disaggregare i set di dati in due macroaree (zona della trota e zona del barbo) e di elaborare due modelli di regionalizzazione indipendenti. Poiché il modello per la zona della trota è risultato affidabile sin dalle prime verifiche, la revisione e validazione del modello di regionalizzazione ha riguardato esclusivamente la zona del barbo. Operativamente sono stati individuati gli intervalli di portata che massimizzano le curve di disponibilità d'habitat per la fauna ittica, indicati con la sigla Q_{ott} , e confrontati con i valori di superficie sottesa (S). Successivamente, l'equazione risultante dall'analisi di regressione sulle due variabili è stata assunta come relativo modello di regionalizzazione. I modelli sono stati integrati in un applicativo GIS che gestisce il calcolo del deflusso minimo vitale ed è collegato al database dei prelievi autorizzati mediante licenze e concessioni idriche. In Tab. 208 vengono presentati i risultati dell'applicazione del metodo alle sezioni già considerate nei metodi precedentemente illustrati. Per ogni sezione viene fornito il valore della Q_{ott} e del 60% della stessa (Q_{60}). Alla Q_{60} è attribuito il significato di portata minima vitale sostenibile in territori caratterizzati dalla presenza di attività produttive, recuperando quanto già definito nell'ambito dello studio metodologico dell'Autorità di Bacino del fiume Tevere, relativamente alla sostenibilità della perdita di biomassa ittica a seguito della riduzione di portata.

Tab. 208 - Valori del DMV per alcune sezioni di interesse – Metodo sperimentale

Sottobacino	Corso d'acqua	Stazione idrometrica	Area (km ²)	Q _{ott} (m ³ /s)	Q ₆₀ (m ³ /s)
Alto Tevere	Tevere	S.Lucia	929,7	1,729	1,038
		Pierantonio	1.953,4	2,732	1,639
		Ponte Felcino	2.087,5	2,865	1,719
	Sovara	Pistrino	119,9	0,482	0,289
	Cerfone	Lupo	284,3	0,826	0,495
	Carpina	Montone	121,8	0,486	0,292
	Assino	Mocaiana	110,1	0,457	0,274
	Assino	Serrapartucci	174,8	0,610	0,366
Chiascio	Chiascio	Branca	179,2	0,619	0,371
		Pianello	529,1	1,216	0,730
		Ponte Rosciano	1.957,4	2,752	1,651
Topino – Marroggia	Marroggia	Azzano	249,6	0,761	0,457
	Menotre	Pale	104,2	1,320	0,792
	Timia	Cantalupo	609,2	1,328	0,797
	Topino	Valtopina	191,6	0,645	0,387
		Bevagna	468,6	1,128	0,677
		Cannara	1.089,5	1,909	1,145
		Bettona	1.234,2	2,064	1,238
Medio Tevere	Tevere	Ponte Nuovo	4.147,6	4,397	2,638
		Monte Molino	5.250,2	5,093	3,056
	Naia	Todi	226,2	0,716	0,429
Nestore-Trasimeno	Nestore	Marsciano	725,9	1,482	0,889
Paglia - Chiani	Paglia	Orvieto Scalo	1.276,4	2,107	1,264
	Chiani	Ponticelli	97,4	0,423	0,254
		Ponte Osteria	261,7	0,784	0,470
		Ponte Morrano	450,4	1,100	0,660
Nera	Nera	Vallo di Nera	1.211,4	3,481	2,088
		Torre Orsina	1.439,3	3,726	2,236

Fonte: Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia dell'Università degli Studi di Perugia

6.5 DMV e Stato Quantitativo dei corpi idrici superficiali

Nei paragrafi seguenti viene analizzato il quadro derivante dal confronto tra il regime idrologico dei corpi idrici superficiali e il Deflusso Minimo Vitale per ciascuna delle principali sezioni del reticolo idrografico del fiume Tevere.

Il regime idrologico dei corsi d'acqua è stato valutato utilizzando i dati di portata forniti dal Servizio Idrografico della Regione Umbria, che controlla una vasta rete di monitoraggio sul territorio regionale. Le stazioni idrometriche utilizzate per la valutazione dei deflussi interessano principalmente i corsi d'acqua della parte settentrionale e centrale della regione. Per parte delle stazioni localizzate nei sottobacini della porzione meridionale, invece, non si dispone di dati di portata, ma solo di registrazioni idrometriche (livelli), non essendo ancora disponibili le relative scale di deflusso.

La Tab. 209 riporta una sintesi del quadro idrologico descritto attraverso i valori della portata media storica, e di alcuni parametri idrologici calcolati sul periodo 2000-2003: portata media annua e minima portata media giornaliera. A fianco dei dati viene inoltre specificato il numero dei giorni di rilevazione al fine di consentire una corretta interpretazione del dato.

Nelle tabelle successive vengono invece riportati i risultati del confronto tra i dati idrologici e i valori di deflusso minimo vitale stimati rispettivamente sulla base della delibera dell'Autorità di Bacino del Tevere n° 97 del 18 dicembre 2001 (Tab. 210), del documento preliminare per la redazione del PS9 messo a punto dalla stessa Autorità di Bacino nel 2006 (Tab. 211) e dei risultati dell'applicazione della metodologia sperimentale descritta al paragrafo precedente (Tab. 212 e

Tab. 213).

L'elaborazione è stata effettuata per tutte le sezioni del reticolo idrografico per le quali si dispone di dati di portata. Per ciascuna di esse la portata media giornaliera per gli anni 2000-2003 è stata messa a confronto con il DMV proposto dai tre metodi, sono state individuate le condizioni di deficit, ovvero le situazioni in cui il deflusso idrico medio giornaliero è risultato inferiore al minimo deflusso vitale e sono stati calcolati, per ciascuno degli anni di osservazione, il numero dei giorni di deficit ed i corrispondenti volumi medi "mancanti" alla stazione.

La scelta di confrontare il DMV con le portate medie, anziché con le minime giornaliere, trova giustificazione nel fatto che le valutazioni risultano così scarsamente influenzate da eventuali valori isolati molto bassi, dovuti a cause accidentali o ad errori di misura o trascrizione, e comunque poco significativi.

Nell'interpretazione dei risultati occorre tenere in considerazione che il periodo di osservazione utilizzato include il biennio 2002-2003 caratterizzato, come più volte detto, da condizioni idrologiche particolarmente siccitose.

Si precisa che le sezioni considerate nei vari metodi non sono sempre esattamente coincidenti e, in alcuni casi, sottendono aree di bacino diverse. Per questo motivo, nelle tabelle, vengono presentate per ogni sezione d'alveo, insieme al DMV proposto, e ai risultati del confronto espressi in termini di giorni e volumi di deficit per ogni anno, anche le aree di bacino sotteso così come dichiarate dal metodo.

Tab. 209 – Portate medie annue e minime portate medie giornaliere periodo 2000-2003

Sottobacino	Corso d'acqua	Stazione idrometrica	Q _{med} STORICA (m ³ /s)	2000			2001			2002			2003		
				gg	Q _{med} (m ³ /s)	Q _{min} (m ³ /s)	gg	Q _{med} (m ³ /s)	Q _{min} (m ³ /s)	gg	Q _{med} (m ³ /s)	Q _{min} (m ³ /s)	gg	Q _{med} (m ³ /s)	Q _{min} (m ³ /s)
Alto Tevere	Tevere	S.Lucia	14,85	366	7,40	1,34	365	10,78	1,39	365	6,61	1,44	365	9,15	1,82
		Pierantonio	22,20	366	16,52	1,93	365	16,98	0,84	365	12,72	0,24	365	13,52	0,43
		Ponte Felcino	28,55	366	17,27	1,01	365	19,78	0,89	365	14,88	1,58	365	16,53	2,46
	Sovara	Pistrino	0,35	366	1,09	0,01	269	1,39	0,01	323	1,15	0,06	365	1,04	0,07
	Cerfone	Lupo	3,10	363	2,54	0,00	359	3,01	0,00	365	2,49	0,03	365	2,34	0,05
	Carpina	Montone	1,48	366	1,29	0,05	365	1,37	0,04	361	1,02	0,06	365	1,06	0,05
	Assino	Mocaiana	1,69	366	0,93	0,04	363	0,88	0,05	365	0,49	0,02	365	0,60	0,03
	Assino	Serrapartucci	1,84	366	1,80	0,05	365	1,77	0,06	365	1,00	0,02	363	1,16	0,02
Chiascio	Chiascio	Branca	2,85	80	4,52	0,40	365	2,95	0,18	284	1,34	0,21	327	1,64	0,32
		Pianello	5,38	365	6,84	0,56	353	6,77	0,40	363	4,49	0,71	362	4,24	0,40
		Ponte Rosciano	5,62	366	17,60	1,73	365	15,79	1,41	360	10,04	0,18	365	10,65	0,13
Topino – Marroggia	Marroggia	Azzano	3,30	366	0,65	0,09	364	0,54	0,09	365	0,42	0,10	365	0,45	0,07
	Menotre	Pale	2,20	366	1,11	0,38	349	1,00	0,37	365	0,52	0,15	-	-	-
	Timia	Cantalupo	5,87	366	4,90	2,33	359	3,66	1,38	357	2,70	1,11	359	2,61	0,88
	Topino	Valtopina	2,61	366	11,62	3,86	365	10,01	2,84	365	6,47	1,87	365	5,97	1,24
		Bevagna	4,66	366	9,71	1,66	362	8,95	2,34	365	5,13	1,11	365	5,39	1,05
		Cannara	12,11	366	3,58	0,35	360	3,00	0,16	365	1,58	0,06	358	1,98	0,04
		Bettona	12,11	366	2,91	0,64	365	2,84	0,75	365	1,68	0,47	365	1,98	0,58
Medio Tevere	Tevere	Ponte Nuovo	51,49	366	37,36	3,24	365	39,59	2,78	365	23,89	0,18	365	25,56	0,12
		Monte Molino	59,05	366	38,48	1,92	365	43,20	1,71	365	29,60	3,00	364	26,28	3,14
	Naia	Todi	2,66	366	1,34	0,13	316	1,60	0,13	353	0,85	0,13	260	0,82	0,13
Nestore-Trasimeno	Nestore	Marsciano	7,73	363	3,40	0,04	361	3,35	0,04	294	2,99	0,08	365	2,81	0,12
Paglia - Chiani	Paglia	Orvieto Scalo	13,77	366	10,19	0,92	365	6,72	0,82	365	3,55	1,05	365	5,82	0,96
	Chiani	Ponticelli	1,81	366	0,55	0,03	365	0,72	0,01	361	0,26	0,01	344	0,37	0,00
		Ponte Osteria	3,40	366	1,99	0,07	365	2,01	0,09	360	1,10	0,00	365	1,10	0,03
		Ponte Morrano	5,00	366	2,40	0,01	364	2,47	0,04	361	1,71	0,11	365	1,81	0,02
Nera	Nera	Vallo di Nera	29,74	366	4,47	3,01	364	3,46	2,43	365	3,20	2,44	365	3,65	2,36
		Torre Orsina	27,34	366	10,64	6,99	365	6,99	5,36	365	5,27	4,75	365	5,65	4,86

Fonte: ARPA Umbria

6.5.1 Stato idrologico e DMV proposto dalla Delibera dell'Autorità di Bacino del Fiume Tevere n. 97 del 18 dicembre 2001

I risultati del confronto tra portate medie giornaliere e DMV di cui alla Delibera n. 97 del 18 dicembre 2001 dell'Autorità di Bacino del Fiume Tevere sono riportati in Tab. 210.

Nel periodo analizzato la portata media nel corso dell'anno risulta essere di norma superiore al valore del DMV, ad eccezione dei mesi estivi per alcune sezioni.

Per i corsi d'acqua dell'Alto Tevere si osservano moderate criticità per gli affluenti, in particolare per l'Assino nel biennio 2002-2003. Alle stazioni idrometriche di S.Lucia, Pierantonio e Ponte Felcino sul Tevere si rilevano invece deflussi superiori ai DMV durante quasi tutto il periodo di osservazione.

Criticità maggiore si osserva per la sezione di Ponte Rosciano sul Chiascio, dove in tutti gli anni di osservazione la portata media giornaliera scende al di sotto del DMV nel periodo estivo per un numero di giorni inferiore a 50 per il 2000-2002 ma superiore a 100 nel 2003 (volume di deficit 11 Mm³).

Nel sottobacino del suo affluente Topino si osserva una forte criticità nella sezione di Bevagna sul Topino dove tutti gli anni si hanno deficit estivi per un numero di giorni variabile e superiore a 100 nel 2002 e nel 2003, con volumi di deficit rispettivamente di 4.5 e 6 milioni di metri cubi. Nel 2003 si osservano moderati deficit anche in corrispondenza delle due stazioni più a valle.

Nel Medio Tevere non si osservano particolari criticità per l'asta principale che mostra un unico periodo di deficit nel 2003 di 25 giorni alla sezione di Ponte Nuovo, probabilmente legato alla situazione idrologica del Chiascio. Presenta invece spiccata criticità il Naia a Todi.

Non si osservano problemi per il Nestore mentre nel bacino del Paglia l'intero corso del Chiani, a causa del regime spiccatamente torrentizio, presenta deflussi che nei periodi di magra scendono sempre sotto la soglia del DMV. La situazione più critica si presenta alla stazione di Ponticelli nel 2003.

Infine non si osserva nessuna criticità in corrispondenza delle due stazioni sul fiume Nera.

Tab. 210 - DMV proposto dalla Delibera AbT n. 97 del 18 dicembre 2001: giorni e volumi di deficit periodo 2000-2003

Sottobacino	Corso d'acqua	Stazione idrometrica	Area (km ²)	Asta	DMV ABT 2001 (m ³ /s)	2000		2001		2002		2003	
						gg	10 ³ m ³	gg	10 ³ m ³	gg	10 ³ m ³	gg	10 ³ m ³
Alto Tevere	Tevere	S.Lucia	934,0	TV37	0,295	0	0	0	0	0	0	0	0
		Pierantonio	1.953,4	TV32	0,627	0	0	0	0	5	104	4	44
		Ponte Felcino	2.033,0	TV31	0,672	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sovara	Pistrino	105,2		0,049	42	105	5	7	0	0	0	0
	Cerfone	Lupo	282,5	CF01	0,105	46	127	22	53	8	5	0	0
	Carpina	Montone	132,2		0,046	0	0	20	10	0	0	0	0
	Assino	Mocaiana	95,0		0,048	11	8	0	0	36	43	33	25
	Assino	Serrapartucci	165,7		0,084	13	28	16	13	51	105	70	212
Chiascio	Chiascio	Branca	307,3	CI07	0,281			26	128	9	36	0	0
		Pianello	532,0	CI05	0,350	0	0	26	129	9	36	0	0
		Ponte Rosciano	1.956,0	CI01	2,245	25	594	38	1.377	43	4.939	114	11.043
Topino – Marroggia	Marroggia	Azzano	260,7	MR02	0,100	1	1	1	1	0	0	86	116
	Menotre	Pale	127,0	ME01	0,254	0	0	0	0	91	441	-	-
	Timia	Cantalupo	542,9		0,651	0	0	0	0	0	0	0	0
	Topino	Valtopina	272,5	TP04	0,379	0	0	0	0	0	0	0	0
		Bevagna	447,7	TP03	0,812	50	801	49	1.768	143	4.447	137	6.005
		Cannara	1.106,0		1,796	5	34	0	0	29	1.139	74	2.308
		Bettona	1.220,0	TP01	1,981	0	0	0	0	6	34	40	1.065
Medio Tevere	Tevere	Ponte Nuovo	4.147,0	TV28	2,893	0	0	1	10	12	809	25	2.224
		Monte Molino	5.568,0	TV25	3,034	27	633	39	1.723	1	3	0	0
	Naia	Todi	228,9		0,458	144	2.537	168	3.480	118	2.188	217	4.592
Nestore-Trasimeno	Nestore	Marsciano	793,4	NS01	0,100	6	16	17	50	4	13	0	0
Paglia - Chiani	Paglia	Orvieto Scalo	1.320,0	PG02	0,188	0	0	0	0	0	0	0	0
	Chiani	Ponticelli	143,7		0,100	69	235	50	251	141	644	166	1.163
		Ponte Osteria	270,0	CH03	0,100	12	21	1	1	32	92	89	345
		Ponte Morrano	422,0	CH02	0,100	53	235	14	43	0	0	69	312
Nera	Nera	Vallo di Nera	1.281,0	NE07	2,563	0	0	20	57	29	131	6	74
		Torre Orsina	1.445,0	NE06	2,890	0	0	0	0	0	0	0	0

Nota: in rosso sono indicati i casi in cui sono stati registrati oltre 100 giorni di deficit e in arancio tra 30 e 100 giorni di deficit

Fonte: ARPA Umbria

6.5.2 Stato idrologico e DMV di cui al documento preliminare per la redazione del PS9 dell'Autorità di Bacino del Fiume Tevere (2006)

I risultati del confronto tra portate medie giornaliere e DMV di cui al documento preliminare per la redazione del PS9, messo a punto dall'Autorità di Bacino del Fiume Tevere nel 2006, sono riportati in Tab. 211.

Per quanto riguarda i bacini dell'Alto e Medio Tevere, in questo caso non si dispone di stime del DMV per la maggior parte degli affluenti minori. Per l'asta principale si conferma quanto già osservato per il metodo precedente, ovvero l'assenza di criticità per l'Alto Tevere e modesti deficit per il Medio Tevere. Per il bacino del Chiascio, ancora una volta le maggiori criticità si osservano alla sezione di Ponte Rosciano sull'asta principale e di Bevagna sul suo affluente Topino. Giorni di deficit si osservano in tutti gli anni del periodo considerato con situazione maggiormente critica nel 2003 per Ponte Rosciano e nel 2002-2003 per Bettona.

Moderate criticità vengono osservate sia per il Nestore nel primo biennio sia per il Chiani a Ponte Morrano nel bacino del Paglia nel 2003.

Infine nel bacino del Nera si osservano lunghi periodi di deficit in tutti gli anni alla stazione di Vallo di Nera, mentre nessuna criticità viene rilevata più a valle.

Tab. 211 - DMV proposto nel documento preliminare per la redazione del PS9 della Autorità di Bacino (2006): giorni e volumi di deficit periodo 2000-2003

Sottobacino	Corso d'acqua	Stazione idrometrica	Area (km ²)	Asta	DMV ABT 2006 (m ³ /s)	2000		2001		2002		2003	
						gg	10 ³ m ³	gg	10 ³ m ³	gg	10 ³ m ³	gg	10 ³ m ³
Alto Tevere	Tevere	S.Lucia	934,0	TV37	0,233	0	0	0	0	0	0	0	0
		Pierantonio	1.953,0	TV32	0,353	0	0	0	0	2	12	0	0
		Ponte Felcino	2.033,0	TV31	0,362	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sovara	Pistrino			-								
	Cerfone	Lupo	283,0	CF01	0,070	67	248	29	109	18	33	8	10
	Carpina	Montone			-								
	Assino	Mocaiana			-								
	Assino	Serrapartucci			-								
Chiascio	Chiascio	Branca	307,0	CI07	0,092	0	0	0	0	0	0	0	0
		Pianello	532,0	CI05	0,323	0	0	0	0	0	0	0	0
		Ponte Rosciano	1.956,0	CI01	2,300	26	714	38	1.558	38	4.150	115	11.586
Topino – Marroggia	Marroggia	Azzano		MR02	-								
	Menotre	Pale	127,0	ME01	0,345	0	0	0	0	111	1.210		
	Timia	Cantalupo			-								
	Topino	Valtopina	273,0	TP04	0,207	0	0	0	0	0	0	0	0
		Bevagna	445,0	TP03	0,767	43	624	46	1.581	128	3.923	134	5.481
		Cannara			-								
Medio Tevere	Tevere	Bettona	1.220,0	TP01	1,830	0	0	0	0	0	0	31	594
		Ponte Nuovo	4.147,0	TV28	2,680	0	0	0	0	8	607	22	1.795
		Monte Molino	5.568,0	TV25	3,070	28	718	40	1.847	3	8	0	0
	Naia	Todi			-								
Nestore-Trasimeno	Nestore	Marsciano	793,0	NS01	0,218	31	192	42	324	6	45	8	27
Paglia - Chiani	Paglia	Orvieto Scalo	1.320,0	PG02	0,314	0	0	0	0	0	0	0	0
	Chiani	Ponticelli			-								
		Ponte Osteria	270,0	CH03	0,028	0	0	0	0	3	5	0	0
		Ponte Morrano	422,0	CH02	0,043	24	43	1	0	0	0	36	35
Nera	Nera	Vallo di Nera	1.282,0	NE07	3,400	66	1.147	212	7.930	239	8.984	142	4.836
		Torre Orsina	1.445,0	NE06	3,460	0	0	0	0	0	0	0	0

Nota: in rosso sono indicati i casi in cui sono stati registrati oltre 100 giorni di deficit e in arancio tra 30 e 100 giorni di deficit

Fonte: ARPA Umbria

6.5.3 Stato idrologico e DMV sperimentale

Le Tab. 212 e

Tab. 213 riportano il confronto tra le portate medie giornaliere e rispettivamente i valori della portata ottimale (Q_{ott}) e del 60% della stessa portata (Q_{60}) stimati utilizzando il metodo sperimentale (Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia dell'Università degli Studi di Perugia). Alla Q_{60} è attribuito il significato di portata minima vitale in ambito produttivo e viene assunto come requisito minimo di tutela per le specie ittiche presenti.

Il confronto delle portate giornaliere con la Q_{ott} evidenzia situazioni di deficit più o meno rilevanti in tutte le stazioni ad eccezione di Torre Orsina sul fiume Nera. Il confronto con la Q_{60} evidenzia invece situazioni di criticità più circoscritte ad alcuni bacini idrografici.

Nel bacino dell'Alto Tevere si osserva, per l'asta principale, una moderata criticità rispetto alla Q_{ott} e praticamente l'assenza di criticità rispetto alla Q_{60} . Tutte le aste secondarie invece presentano condizioni di deficit per lunghi periodi dell'anno già rispetto alla Q_{60} .

Poco diversa è la situazione per il bacino del Medio Tevere dove lungo l'asta principale non si osservano significative criticità rispetto alla Q_{60} , mentre rispetto alla Q_{ott} è da rilevare un prolungato deficit solo per la stazione di Monte Molino. Anche in questo caso ben maggiori sono le condizioni di deficit risultanti lungo l'asta secondaria del Naia.

Per quanto riguarda il bacino del Chiascio si osservano per le due aste del Chiascio e del Topino criticità praticamente assenti rispetto alla Q_{60} , ad eccezione della stazione idrometrica di Bevagna (già risultata critica in tutti i metodi considerati), e una significativa criticità rispetto alla Q_{ott} per la sola asta del Chiascio.

Per l'asta del Timia-Marroggia (affluente del Topino) si osserva una elevata criticità già per la Q_{60} alla sezione di Azzano, mentre alla sezione di chiusura non si rilevano deficit significativi neppure per la Q_{ott} , probabilmente per effetto dell'apporto del Clitunno.

Dato che necessita di una valutazione più complessa è il deficit mostrato dal torrente Menotre presso la stazione idrometrica di Pale, elevato già rispetto alla Q_{60} . L'analisi della geometria delle principali opere di derivazione e restituzione a scopi idroelettrici, esistenti lungo questo corso d'acqua, mostra come la stazione risulti localizzata nel tratto compreso tra una derivazione e il corrispondente rilascio. Le portate misurate sono pertanto fortemente influenzate dalla gestione della relativa concessione e poco dicono del deflusso naturale del corso d'acqua.

Una simulazione fatta aggiungendo alle portate giornaliere misurate la portata media dichiarata nella concessione ha dato l'annullamento del deficit per tutto il periodo anche rispetto alla Q_{ott} .

Per quanto riguarda, invece, i corpi idrici della porzione occidentale della regione, appartenenti ai bacini del Nestore e del Paglia, principali affluenti del Tevere in destra idrografica, l'analisi dei dati evidenzia forti condizioni di criticità anche rispetto alla Q_{60} , legate alla scarsa disponibilità della risorsa in alveo. Il fiume Nestore ed il torrente Chiani, in particolare, presentano deficit molto prolungati in tutti gli anni considerati.

L'analisi dei dati delle due stazioni lungo il fiume Nera (Vallo di Nera e Torre Orsina) evidenzia che le portate medie giornaliere si mantengono costantemente al di sopra dei valori di Q_{60} e della Q_{ott} , limitatamente a Torre Orsina, in tutto il periodo di riferimento. Il confronto con la Q_{ott} mostra invece deficit per periodi piuttosto prolungati per la stazione di Vallo di Nera.

Tab. 212 – Qott stimata dal metodo sperimentale: giorni e volumi di deficit periodo 2000-2003

Sottobacino	Corso d'acqua	Stazione idrometrica	Area (km ²)	Qott (m ³ /s)	2000		2001		2002		2003	
					gg	10 ³ m ³	gg	10 ³ m ³	gg	10 ³ m ³	gg	10 ³ m ³
Alto Tevere	Tevere	S.Lucia	929,7	1,729	55	797	16	215	13	167	0	0
		Pierantonio	1.953,4	2,732	19	491	109	10.518	34	2.608	85	7.088
		Ponte Felcino	2.087,5	2,865	95	5.952	77	5.970	7	337	1	35
	Sovara	Pistrino	119,9	0,482	210	4.925	120	3.326	163	2.844	164	3.535
	Cerfone	Lupo	284,3	0,826	160	8.656	166	6.852	224	8.986	161	8.574
	Carpina	Montone	121,8	0,486	247	6.684	219	7.617	227	6.120	191	5.417
	Assino	Mocaiana	110,1	0,457	194	4.878	215	6.101	291	8.136	221	5.584
	Assino	Serrapartucci	174,8	0,610	154	5.154	196	6.291	253	7.292	171	6.108
Chiascio	Chiascio	Branca	179,2	0,619	15	194	92	1.730	29	691	125	2.564
		Pianello	529,1	1,216	110	2.151	59	1.292	93	1.988	166	4.028
		Ponte Rosciano	1.957,4	2,752	43	1.971	51	3.222	46	5.750	121	16.161
Topino – Maroggia	Maroggia	Azzano	249,6	0,761	292	11.948	277	12.257	332	12.401	295	14.184
	Menotre	Pale	104,2	1,320	243	10.370	237	12.852	334	26.162	-	-
	Timia	Cantalupo	609,2	1,328	0	0	0	0	12	102	36	558
	Topino	Valtopina	191,6	0,645	1	0	0	0	40	379	33	72
		Bevagna	468,6	1,128	70	2.493	103	3.748	233	9.476	171	10.141
		Cannara	1.089,5	1,909	11	118	0	0	29	1.422	88	3.467
		Bettona	1.234,2	2,064	0	0	0	0	7	87	49	1.378
Medio Tevere	Tevere	Ponte Nuovo	4.147,6	4,397	9	587	30	1.950	29	3.422	62	7.398
		Monte Molino	5.250,2	5,093	120	15.132	106	14.938	37	4.176	103	6.674
	Naia	Todi	226,2	0,716	197	6.039	172	7.171	189	5.047	201	7.211
Nestore-Trasimeno	Nestore	Marsciano	725,9	1,482	174	11.915	200	15.204	142	5.494	193	11.539
Paglia - Chiani	Paglia	Orvieto Scalo	1.276,4	2,107	99	5.427	219	17.079	251	11.611	182	11.150
	Chiani	Ponticelli	97,4	0,423	303	5.461	197	4.508	319	8.457	289	7.609
		Ponte Osteria	261,7	0,784	209	7.367	180	7.231	256	9.755	235	11.140
		Ponte Morrano	450,4	1,100	188	12.003	207	12.188	256	10.403	226	14.162
Nera	Nera	Vallo di Nera	1.211,4	3,481	74	1.638	232	9.515	262	10.724	152	5.851
		Torre Orsina	1.439,3	3,726	0	0	0	0	0	0	0	0

Nota: in rosso sono indicati i casi in cui sono stati registrati oltre 100 giorni di deficit e in arancio tra 30 e 100 giorni di deficit

Fonte: ARPA Umbria

Tab. 213 – Q60 stimata dal metodo sperimentale: giorni e volumi di deficit periodo 2000-2003

Sottobacino	Corso d'acqua	Stazione idrometrica	Area (km ²)	Q60 (m ³ /s)	2000		2001		2002		2003	
					gg	10 ³ m ³	gg	10 ³ m ³	gg	10 ³ m ³	gg	10 ³ m ³
Alto Tevere	Tevere	S.Lucia	929,7	1,038	0	0	0	0	0	0	0	0
		Pierantonio	1.953,4	1,639	0	0	66	2.154	13	695	38	1.702
		Ponte Felcino	2.087,5	1,719	15	410	27	691	2	14	0	0
	Sovara	Pistrino	119,9	0,289	153	2.249	102	1.451	81	753	121	1.144
	Cerfone	Lupo	284,3	0,495	145	4.574	116	2.709	169	3.266	145	4.171
	Carpina	Montone	121,8	0,292	207	3.217	208	3.990	189	2.644	148	2.529
	Assino	Mocaiana	110,1	0,274	150	2.379	192	2.847	266	3.710	161	2.552
	Assino	Serrapartucci	174,8	0,366	134	2.180	165	2.412	177	2.673	131	2.931
Chiascio	Chiascio	Branca	179,2	0,371	0	0	39	389	19	162	73	158
		Pianello	529,1	0,730	10	91	8	87	1	2	17	233
		Ponte Rosciano	1.957,4	1,651	0	0	12	153	30	2.215	88	5.681
Topino – Marroggia	Marroggia	Azzano	249,6	0,457	244	5.194	236	5.480	272	4.512	255	6.944
	Menotre	Pale	104,2	0,792	113	1.964	151	3.697	321	10.996	-	-
	Timia	Cantalupo	609,2	0,797	0	0	0	0	0	0	0	0
	Topino	Valtopina	191,6	0,387	0	0	0	0	0	0	0	0
		Bevagna	468,6	0,677	31	340	44	1.230	106	2.990	128	4.465
		Cannara	1.089,5	1,145	0	0	0	0	2	3	9	31
		Bettona	1.234,2	1,238	0	0	0	0	0	0	0	0
Medio Tevere	Tevere	Ponte Nuovo	4.147,6	2,638	0	0	0	0	8	578	21	1.717
		Monte Molino	5.250,2	3,056	27	684	40	1.799	2	5	0	0
	Naia	Todi	226,2	0,429	139	2.185	165	2.987	101	1.452	162	2.503
Nestore-Trasimeno	Nestore	Marsciano	725,9	0,889	122	4.913	147	5.851	34	1.348	110	3.440
Paglia - Chiani	Paglia	Orvieto Scalo	1.276,4	1,264	30	463	134	2.774	49	388	82	990
	Chiani	Ponticelli	97,4	0,254	193	2.034	176	1.749	300	3.893	230	3.696
		Ponte Osteria	261,7	0,470	135	3.024	158	2.669	199	3.327	192	5.442
		Ponte Morrano	450,4	0,660	153	6.102	165	4.911	132	2.758	168	6.416
Nera	Nera	Vallo di Nera	1.211,4	2,088	0	0	0	0	0	0	0	0
		Torre Orsina	1.439,3	2,236	0	0	0	0	0	0	0	0

Nota: in rosso sono indicati i casi in cui sono stati registrati oltre 100 giorni di deficit e in arancio tra 30 e 100 giorni di deficit

Fonte: ARPA Umbria

6.6 Confronto tra i metodi e stima del DMV

La Tab. 214 mostra i risultati del confronto tra i valori del DMV stimati tramite le metodologie descritte ai paragrafi precedenti.

Per ciascuna stazione idrometrica di riferimento vengono infatti fornite le diverse stime del DMV, la specie ittica caratteristica del tratto (barbo/trota), nonché la tipologia, definita sulla base della classificazione adottata dall'Autorità di Bacino del Tevere nel documento preliminare al "*Piano di Bacino del fiume Tevere – IX Stralcio funzionale per la programmazione e l'utilizzazione della risorsa idrica superficiale e sotterranea (PS9)*". Tale classificazione suddivide il reticolo idrografico del bacino del Tevere nelle seguenti tipologie:

- a) carbonatico, cui appartengono tutti i principali affluenti di sinistra del Tevere, che sono anche quelli che forniscono la maggior parte del deflusso di base (più dell'85%);
- b) vulcanico, cui appartengono gli affluenti di destra a valle del fiume Paglia, compresi alcuni affluenti di destra del Paglia stesso;
- c) alto Tevere, cui appartengono, oltre al corso del Tevere fino alla confluenza del Paglia, anche tutti gli affluenti di destra fino al Paglia incluso, e quelli di sinistra, fino al Chiascio escluso;
- d) graben, cui appartiene il corso del Tevere a valle della confluenza del Paglia.

Come si riconosce dalla tabella, tutte le stazioni idrometriche considerate nell'analisi sono localizzate all'interno di tratti appartenenti alle tipologie *carbonatico* e *alto Tevere*.

Nei grafici di Fig. 83, Fig. 84, Fig. 85 e Fig. 86 viene presentato l'andamento dei DMV stimati con le diverse metodologie lungo le aste fluviali principali per le quali si dispone di più sezioni di riferimento: Tevere, Chiascio, Topino e Nera.

Per quanto riguarda il fiume Tevere, fino alla confluenza con il Chiascio, i DMV proposti dalle due metodologie elaborate dall'Autorità di Bacino del fiume Tevere, risultano sensibilmente inferiori al 60% della Q_{ott} valutata col metodo sperimentale. A valle del Chiascio, invece, le differenze si riducono fino a raggiungere valori praticamente coincidenti con la Q_{60} .

A valle della confluenza con il fiume Nera, tutti i metodi mostrano un brusco incremento del valore di deflusso minimo vitale. Il DMV stimato dall'Autorità di Bacino del fiume Tevere nell'ambito del documento preliminare per la redazione del PS9, raggiunge addirittura un valore pari a 32,35 m³/s, decisamente superiore al contributo fornito dal Nera.

Per il fiume Chiascio, i DMV proposti dall'Autorità di Bacino del Fiume Tevere nei due metodi sono sensibilmente inferiori al 60% della Q_{ott} fino alla confluenza con il fiume Topino, nel tratto a valle assumono valori superiori all'80%.

Per il fiume Topino, i DMV proposti dall'Autorità di Bacino del Fiume Tevere sono inferiori al 60% della Q_{ott} solo nel tratto montano. Nel tratto di valle presentano valori superiori al 70% della Q_{ott} fino alla confluenza del Timia e, a valle di questa, valori pari a frazioni maggiori del 90%.

I DMV stimati con tutti i metodi mostrano un brusco incremento dei valori a valle della confluenza con il fiume Timia.

Infine, per quanto riguarda il fiume Nera, l'andamento lungo l'asta della Q_{ott} stimata con il metodo sperimentale mostra una brusca diminuzione dei valori all'ingresso in Conca Ternana legato al cambiamento di specie di riferimento della zonazione ittica e quindi della legge di regionalizzazione del metodo: il tratto montano è individuato come tratto "a trota", mentre quello vallivo come tratto "a barbo".

L'andamento dei DMV sia per il metodo sperimentale sia per quello proposto dall'Autorità di Bacino del Fiume Tevere nel 2006 mostra due bruschi incrementi delle portate a valle delle confluenze con i fiumi Corno e Velino.

I valori proposti dall'Autorità di Bacino del fiume Tevere risultano prossimi alla Q_{ott} in tutto il tratto montano e pari a percentuali gradualmente inferiori verso valle, comunque mai al di sotto dell'85%.

Dalla Fig. 87 alla Fig. 111 viene mostrato, per ciascuna stazione idrometrica, il confronto tra i DMV, stimati con i vari metodi, e le portate medie giornaliere misurate nel periodo 2000-2003, già impiegate per la valutazione delle condizioni di deficit.

Tab. 214 - Confronto tra i DMV stimati coi vari metodi

Sottobacino	Corso d'acqua	Stazione idrometrica	Tipologia (AbT-PS9)	Specie ittica	Superficie ABT	Superficie Metodo sperimentale	DMV Abt2001 (m3/s)	DMV Abt2006 (m3/s)	4% Qmed (m3/s)	Qott	Q60
Alto Tevere	Tevere	S.Lucia	Alto Tevere	Barbo	934	930	0,295	0,233	0,594	1,729	1,038
		Pierantonio	Alto Tevere	Barbo	1953	1953	0,627	0,353	0,888	2,732	1,639
		Ponte Felcino	Alto Tevere	Barbo	2033	2088	0,672	0,362	1,142	2,865	1,719
	Sovara	Pistrino	Alto Tevere	Barbo	105	120	0,049		0,014	0,482	0,289
	Cerfone	Lupo	Alto Tevere	Barbo	283	284	0,105	0,070	0,124	0,826	0,495
	Carpina	Montone	Alto Tevere	Barbo	132	122	0,046		0,059	0,486	0,292
	Assino	Mocaiana	Alto Tevere	inf Trota	95	110	0,048		0,068	0,457	0,274
		Serrapartucci	Alto Tevere	Barbo	166	175	0,084		0,074	0,610	0,366
Chiascio	Chiascio	Pianello	Carbonatico	Barbo	532	529	0,350	0,323	0,215	1,216	0,730
		Ponte Rosciano	Carbonatico	Barbo	1956	1957	2,245	2,300	0,920	2,752	1,651
Topino-Marroggia	Marroggia	Azzano	Carbonatico	Barbo	261	250	0,100		0,132	0,761	0,457
	Menotre	Pale	Carbonatico	Trota	127	104	0,254	0,345	0,088	1,320	0,792
	Timia	Cantalupo	Carbonatico	Barbo	543	609	0,651		0,235	1,328	0,797
	Topino	Bevagna	Carbonatico	Barbo	448	469	0,812	0,767	0,186	1,128	0,677
		Cannara	Carbonatico	Barbo	1106	1090	1,796		0,484	1,909	1,145
		Bettona	Carbonatico	Barbo	1220	1234	1,981	1,830	0,484	2,064	1,238
Nestore	Nestore	Marsciano	Alto Tevere	Barbo	793	726	0,100	0,218	0,309	1,482	0,889
Medio Tevere	Tevere	Ponte Nuovo	Alto Tevere	Barbo	4147	4148	2,893	2,680	2,060	4,397	2,638
		Monte Molino	Alto Tevere	Barbo	5568	5250	3,034	3,070	2,362	5,093	3,056
	Naia	Todi	Alto Tevere	Barbo	229	226	0,458		0,106	0,716	0,429
Paglia-Chiani	Paglia	Orvieto Scalo	Alto Tevere	Barbo	1320	1276	0,188	0,314	0,551	2,107	1,264
	Chiani	Ponte Osteria	Alto Tevere	Barbo	270	262	0,100	0,028	0,136	0,784	0,470
		Ponte Morrano	Alto Tevere	Barbo	422	450	0,100	0,043	0,200	1,100	0,660
Nera	Nera	Vallo di Nera	Carbonatico	Trota	1281	1211	2,563	3,400	1,190	3,481	2,088
		Torre Orsina	Carbonatico	Trota	1445	1439	2,890	3,460	1,094	3,726	2,236

Fonte: ARPA Umbria

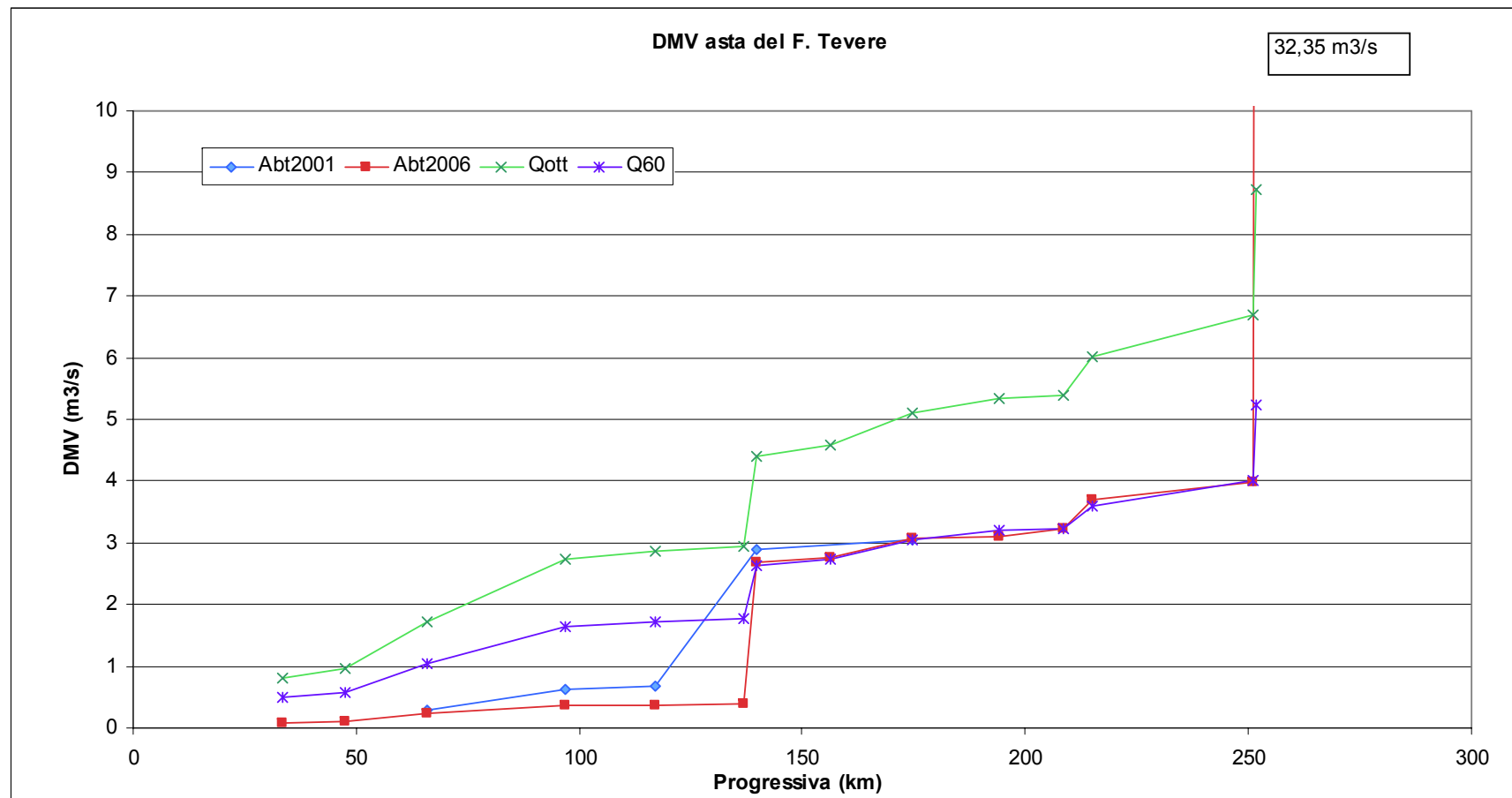


Fig. 83 – DMV lungo l'asta del Tevere

Fonte: ARPA Umbria

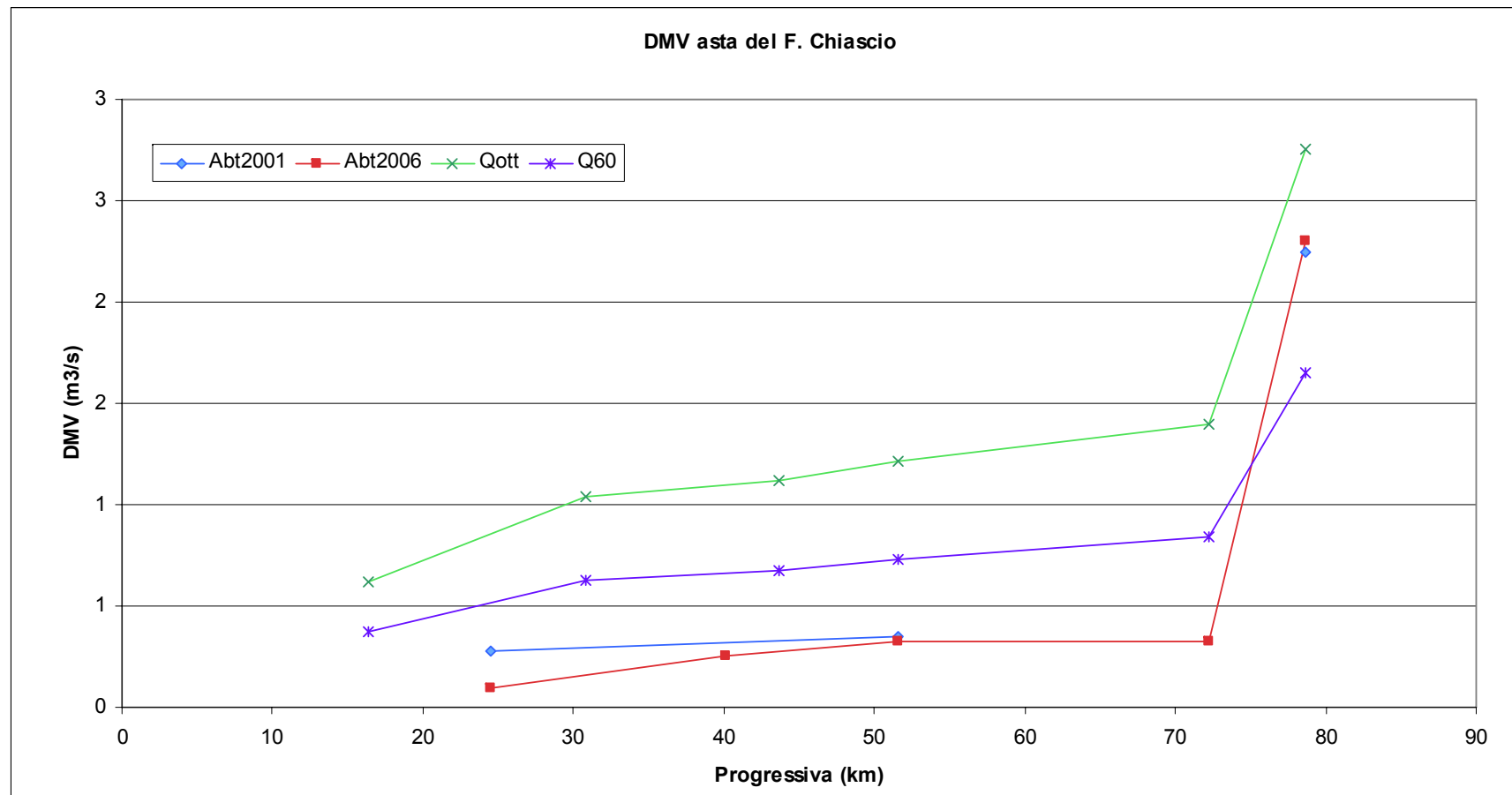


Fig. 84 - DMV lungo l'asta del Chiascio

Fonte: ARPA Umbria

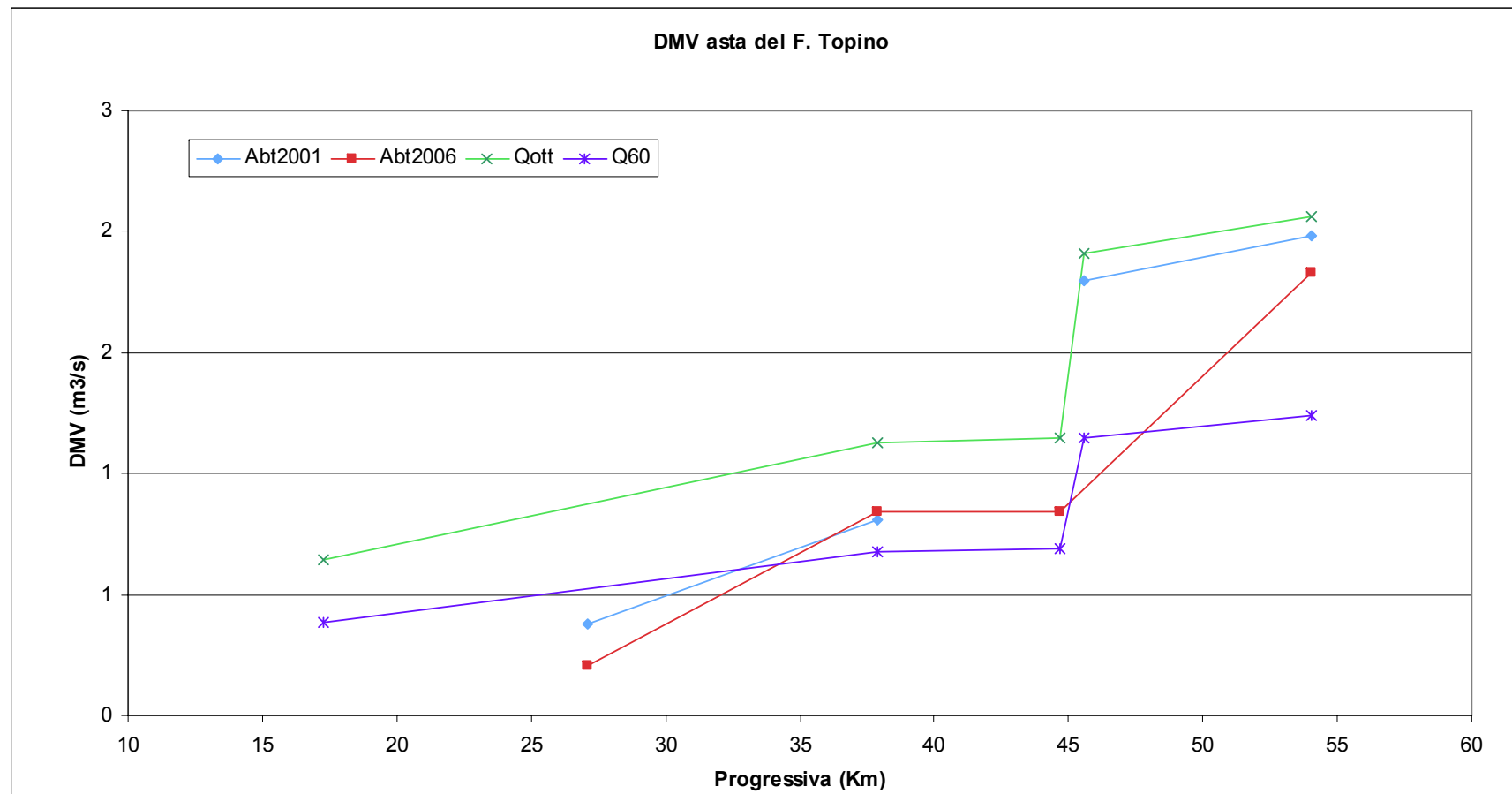


Fig. 85 - DMV lungo l'asta del Topino

Fonte: ARPA Umbria

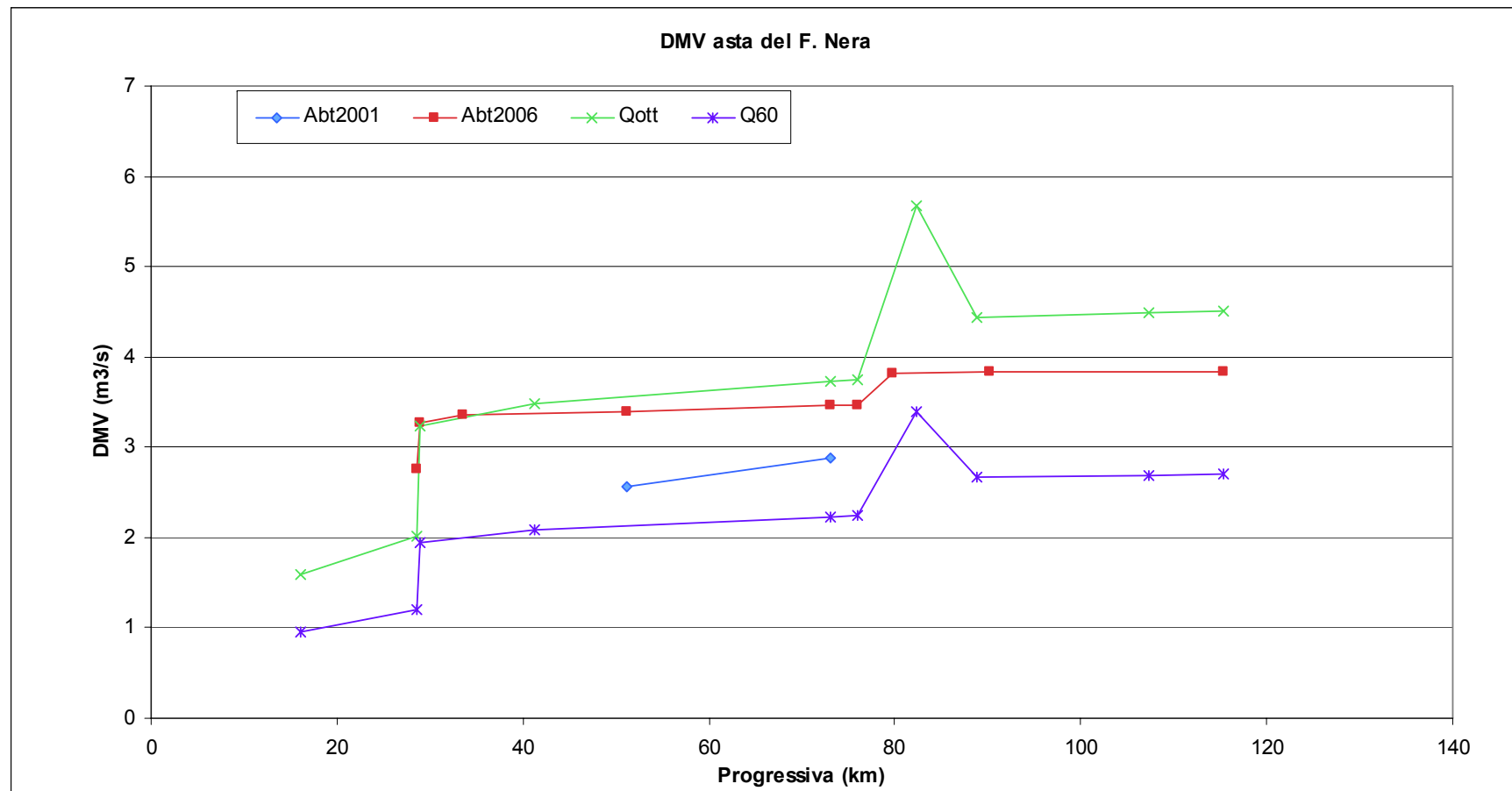


Fig. 86 - DMV lungo l'asta del Nera

Fonte: ARPA Umbria

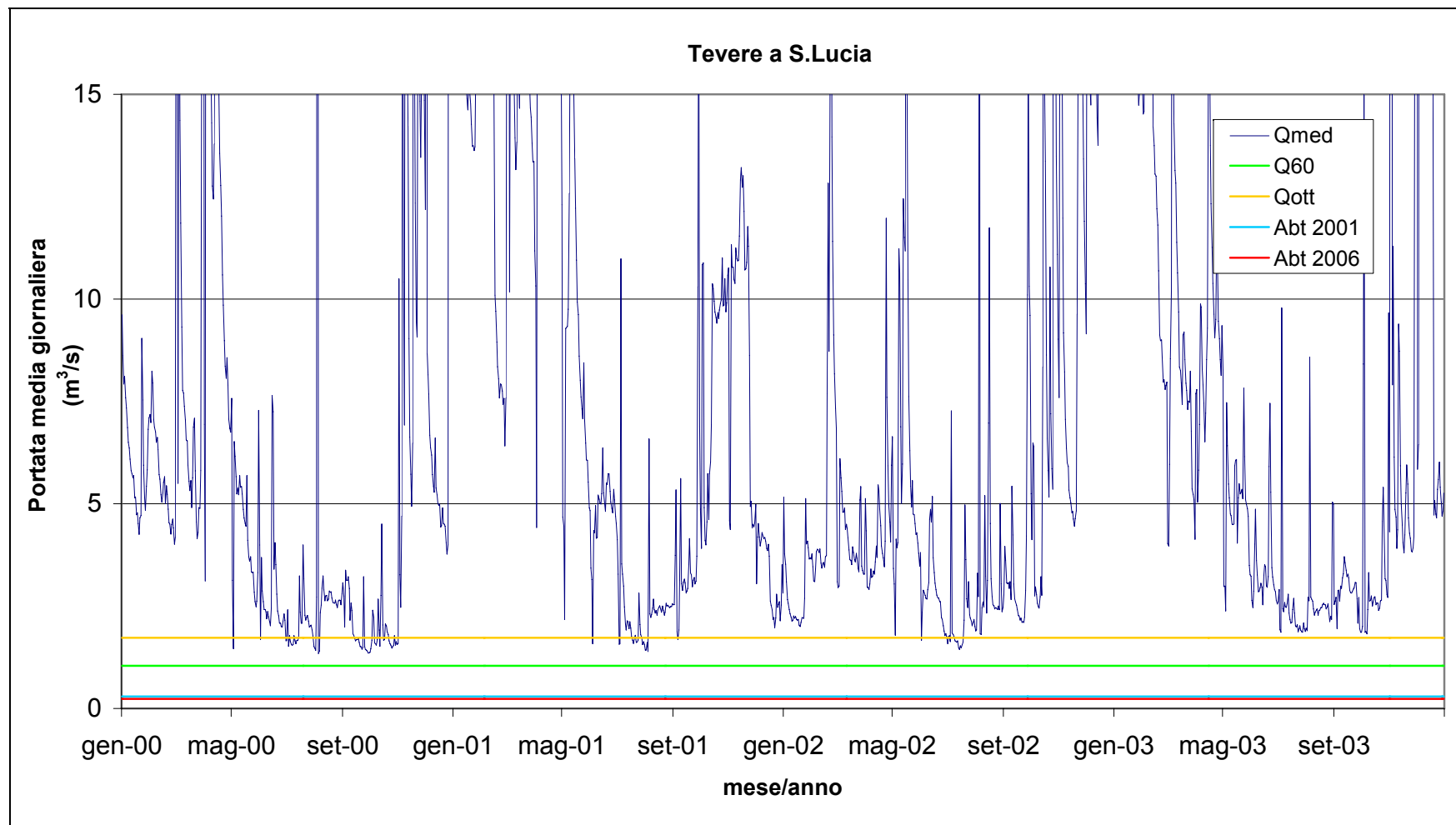


Fig. 87 – Tevere a S.Lucia (Bacino Alto Tevere)

Fonte: ARPA Umbria

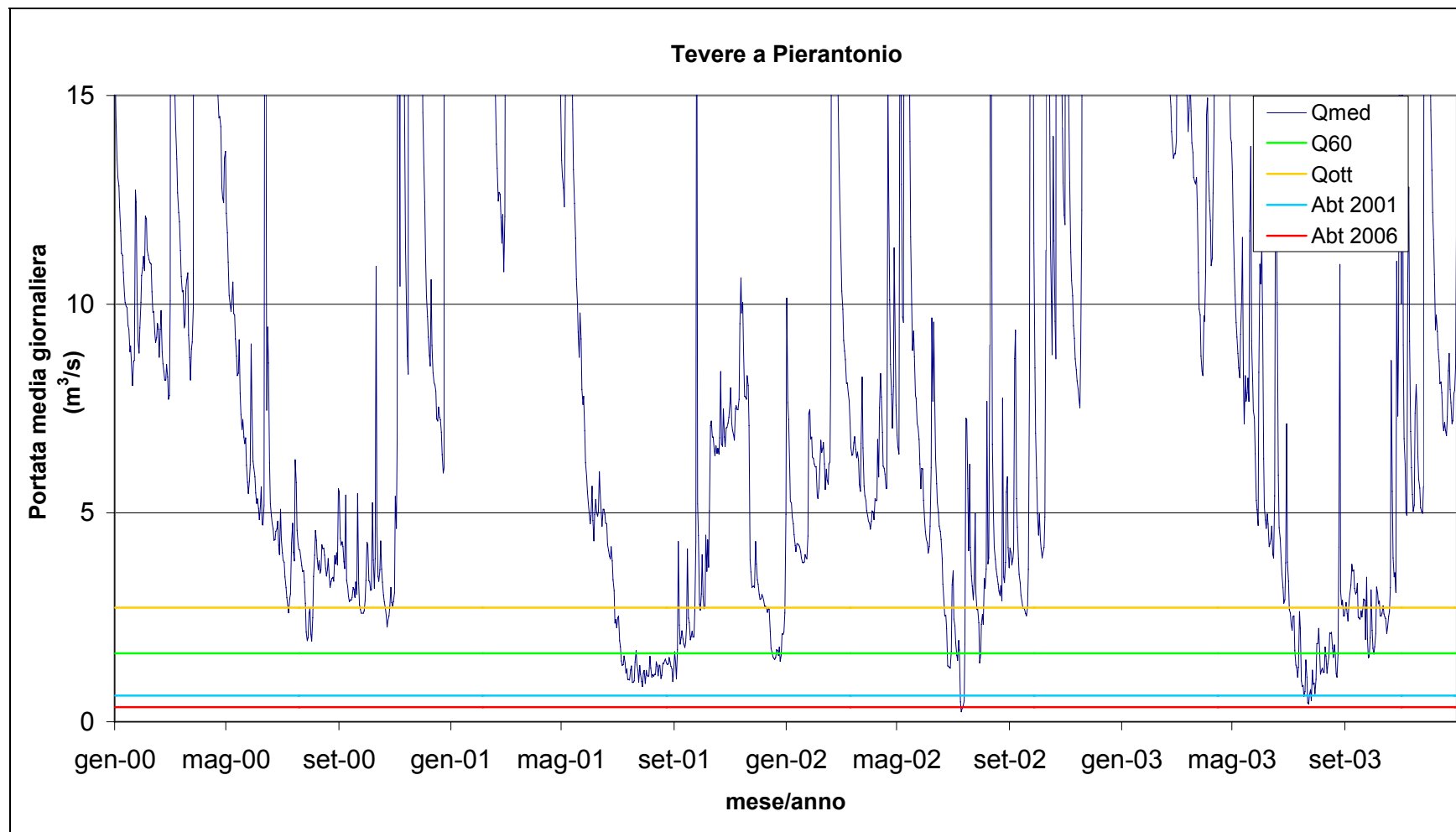


Fig. 88 – Tevere a Pierantonio (Bacino Alto Tevere)

Fonte: ARPA Umbria

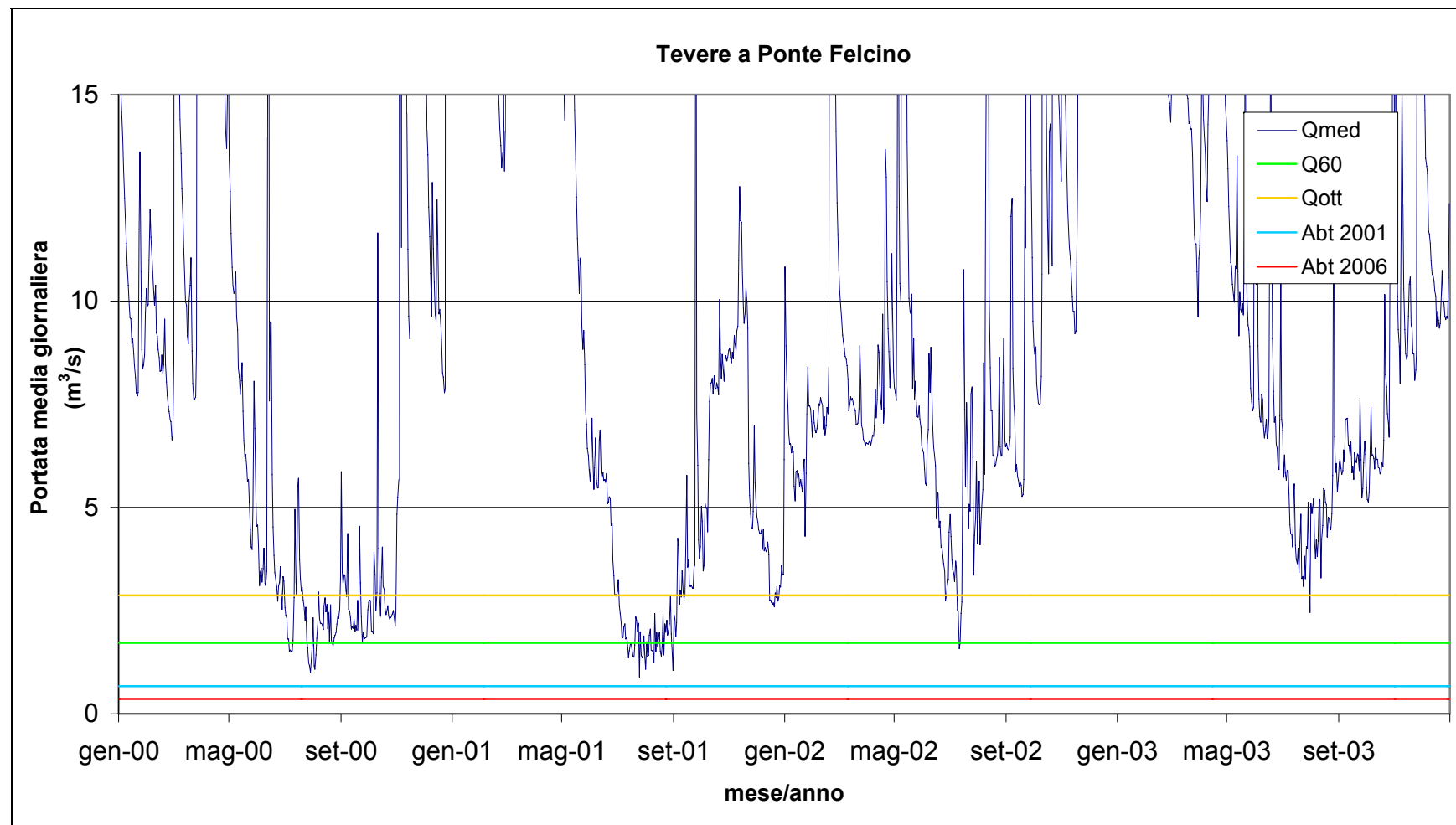


Fig. 89 – Tevere a Ponte Felcino (Bacino Alto Tevere)

Fonte: ARPA Umbria

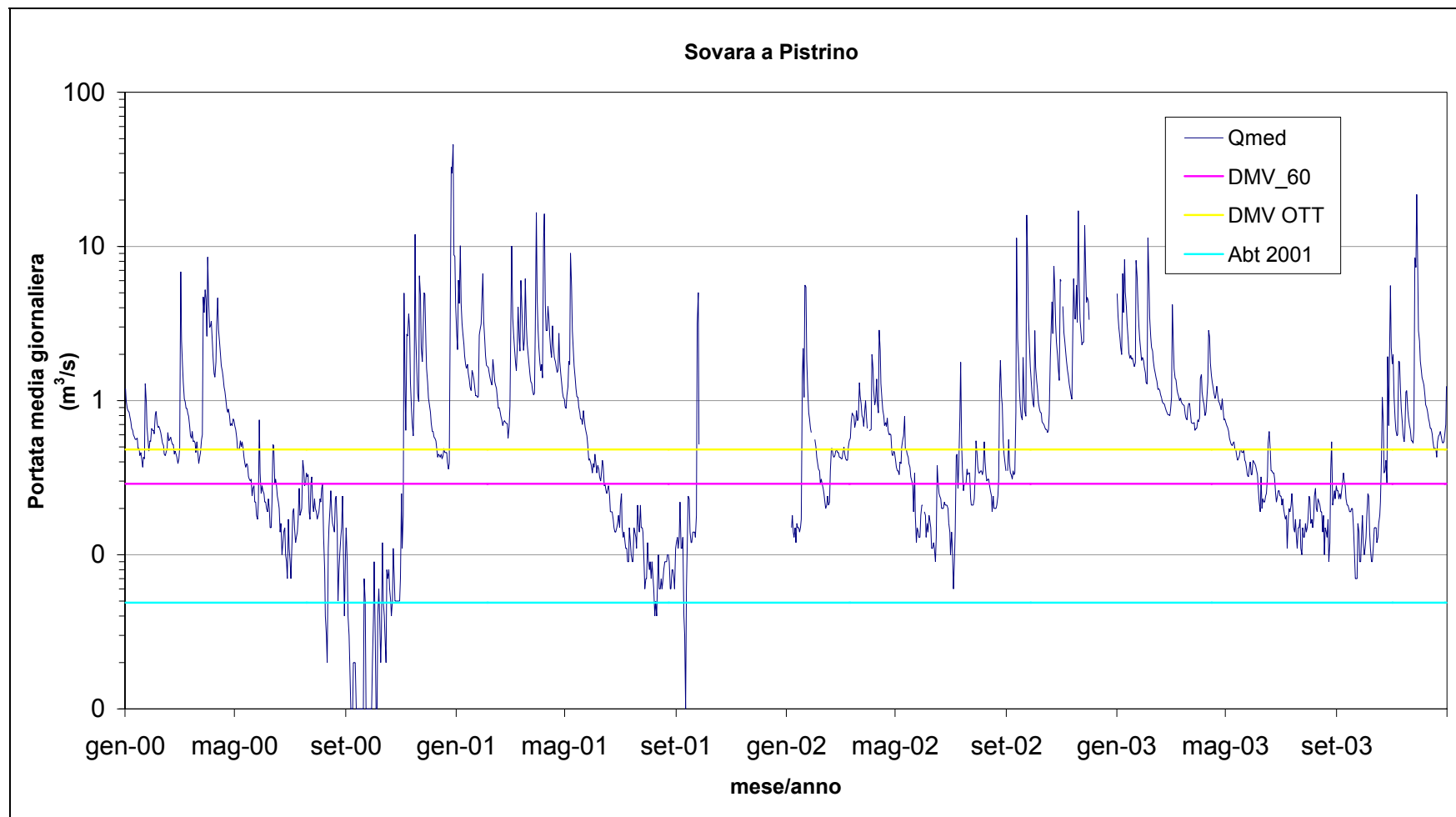


Fig. 90 – Sovara a Pistrino (Bacino Alto Tevere)

Fonte: ARPA Umbria

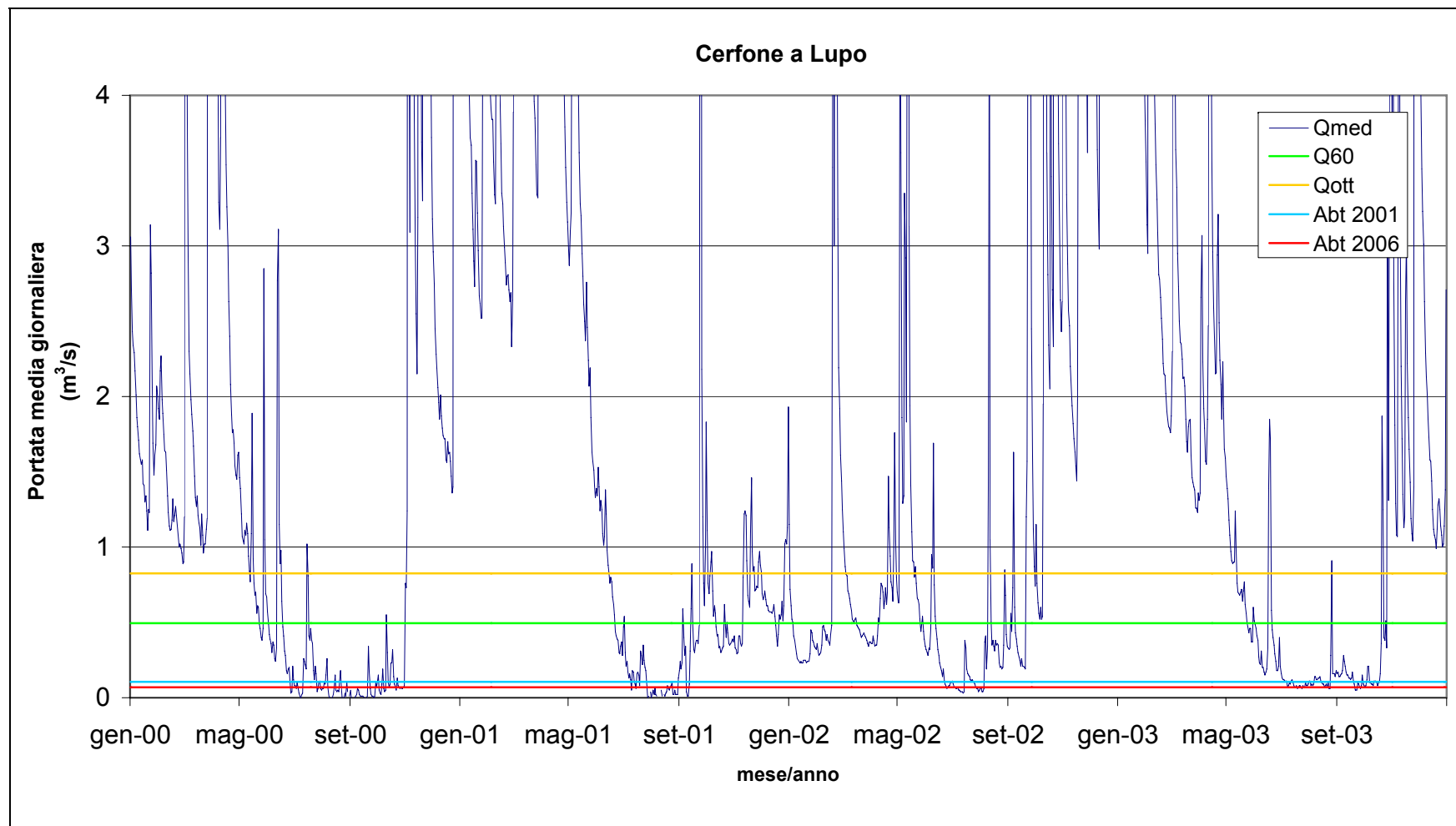


Fig. 91 – Cerfone a Lupo (Bacino Alto Tevere)

Fonte: ARPA Umbria

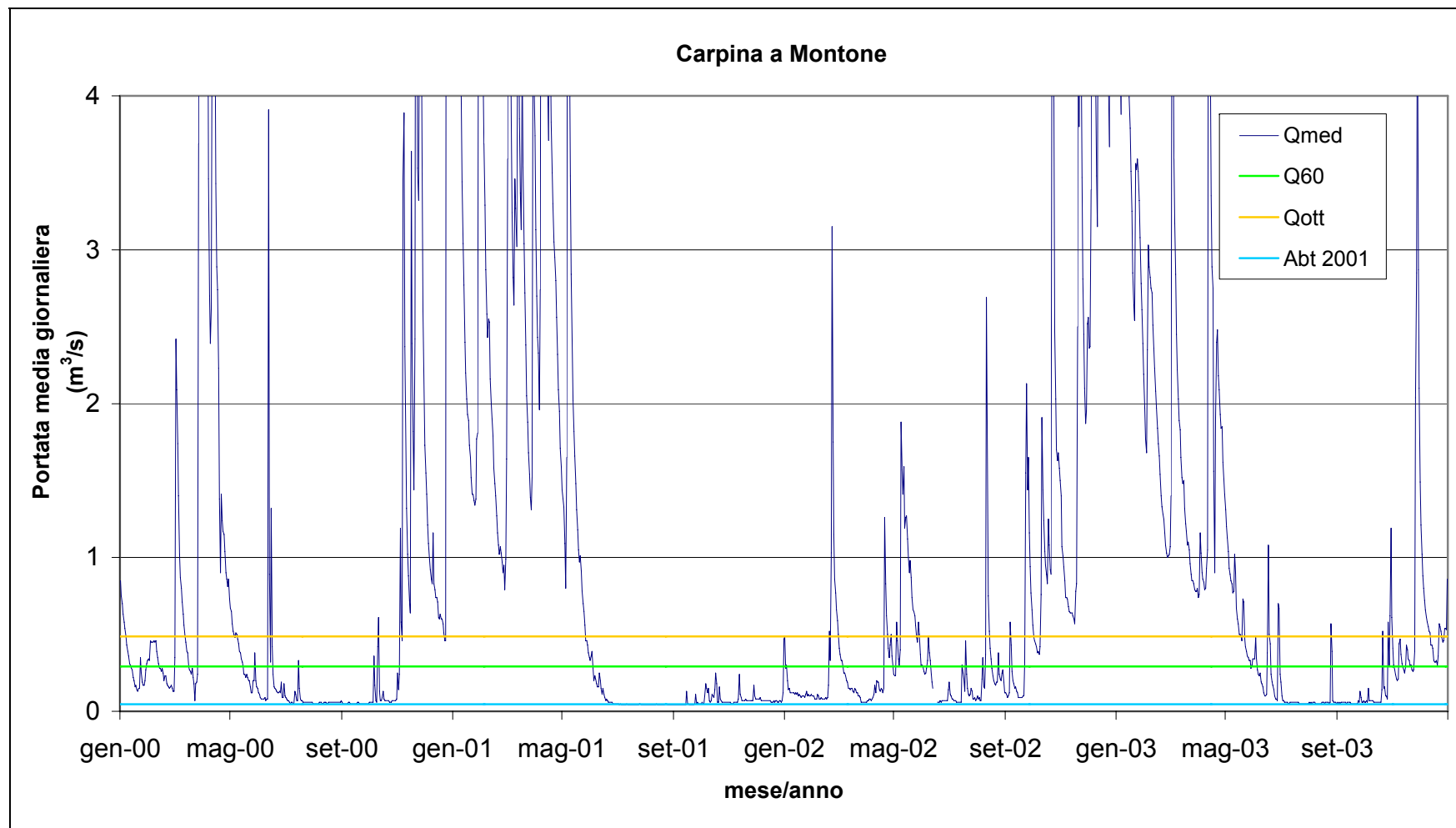


Fig. 92 – Carpina a Montone (Bacino Alto Tevere)

Fonte: ARPA Umbria

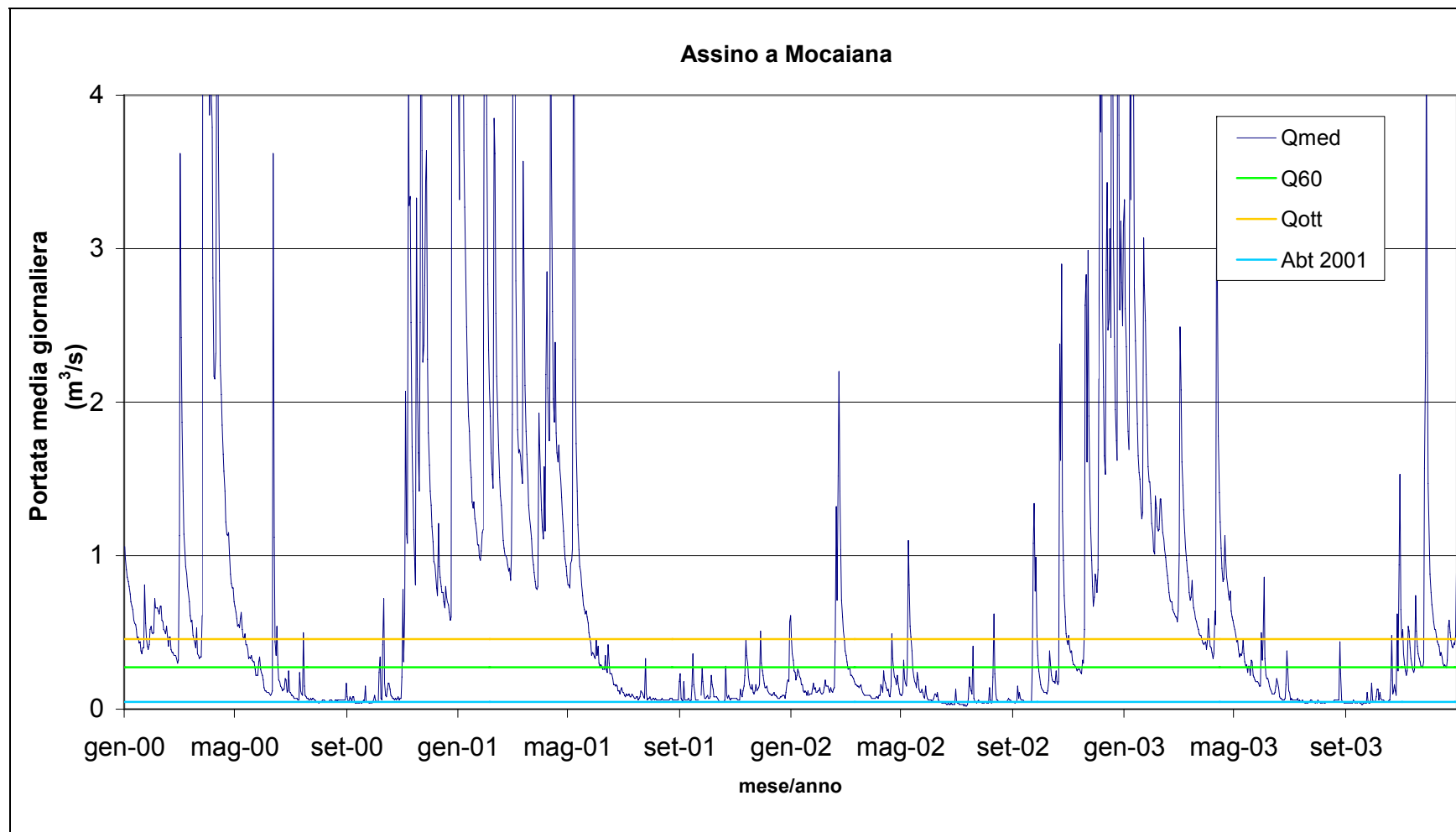


Fig. 93 – Assino a Mocaiana (Bacino Alto Tevere)

Fonte: ARPA Umbria

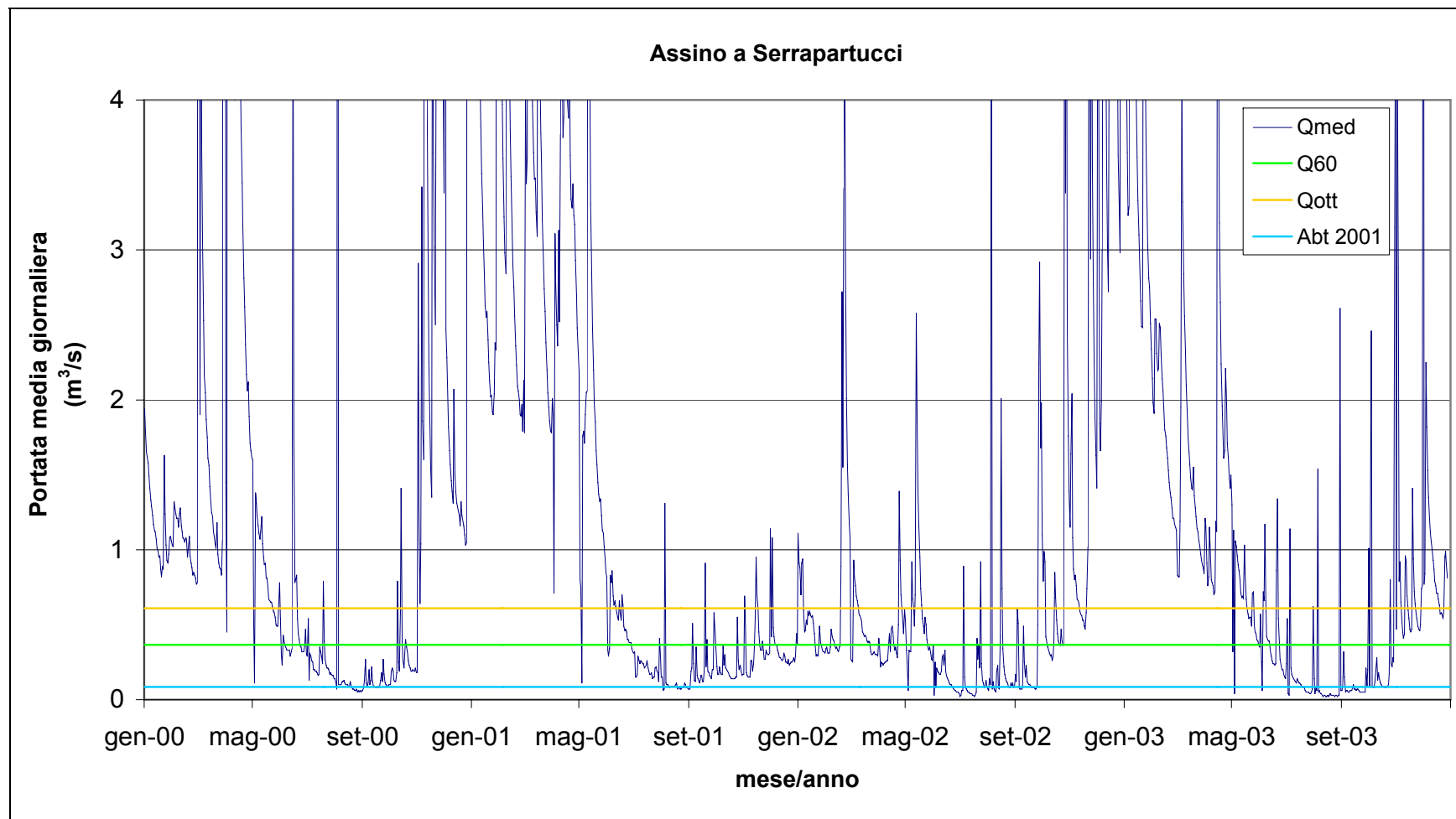


Fig. 94 – Assino a Serrapartucci (Bacino Alto Tevere)

Fonte: ARPA Umbria

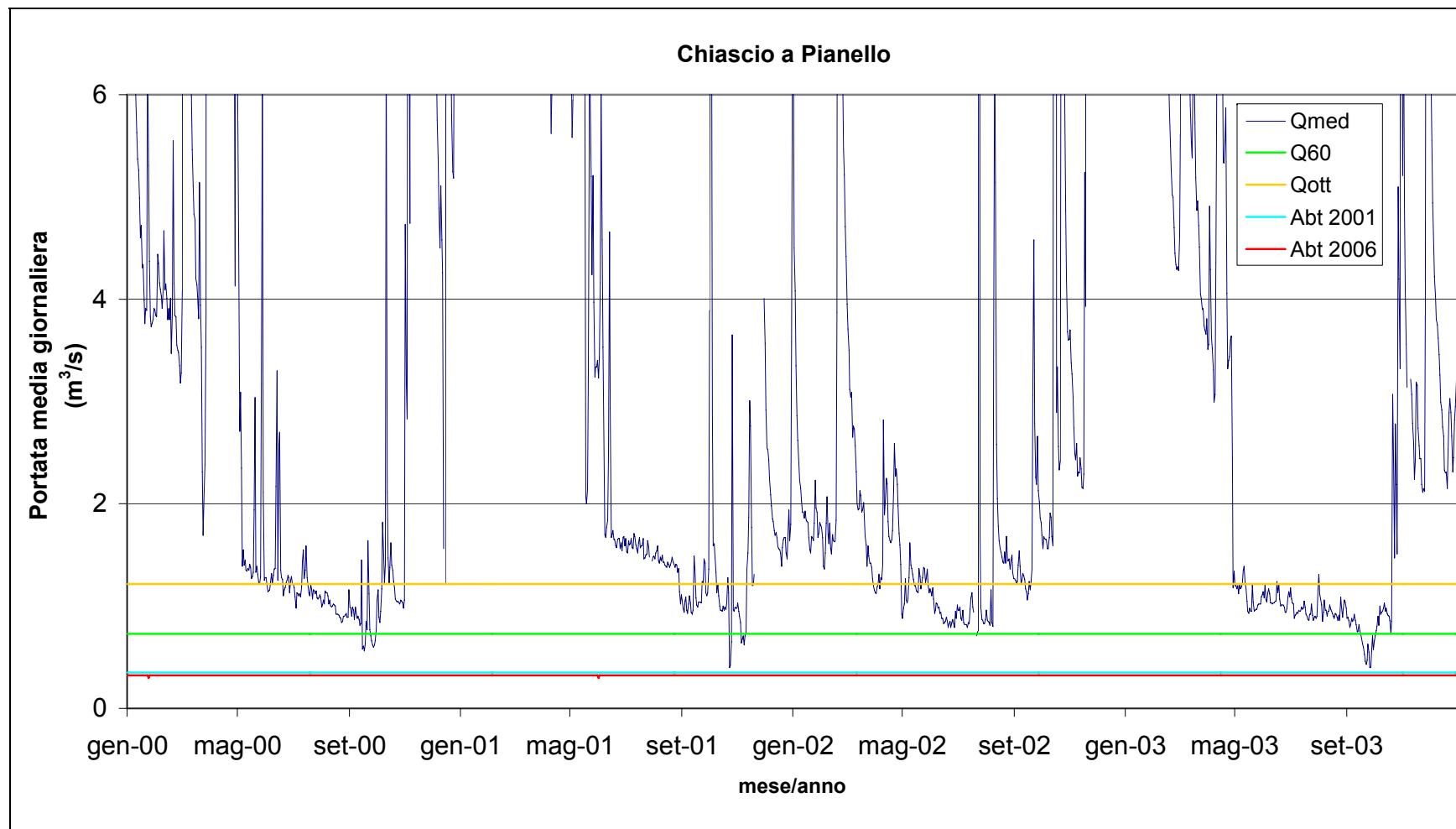


Fig. 95 – Chiascio a Pianello (Bacino Chiascio)

Fonte: ARPA Umbria

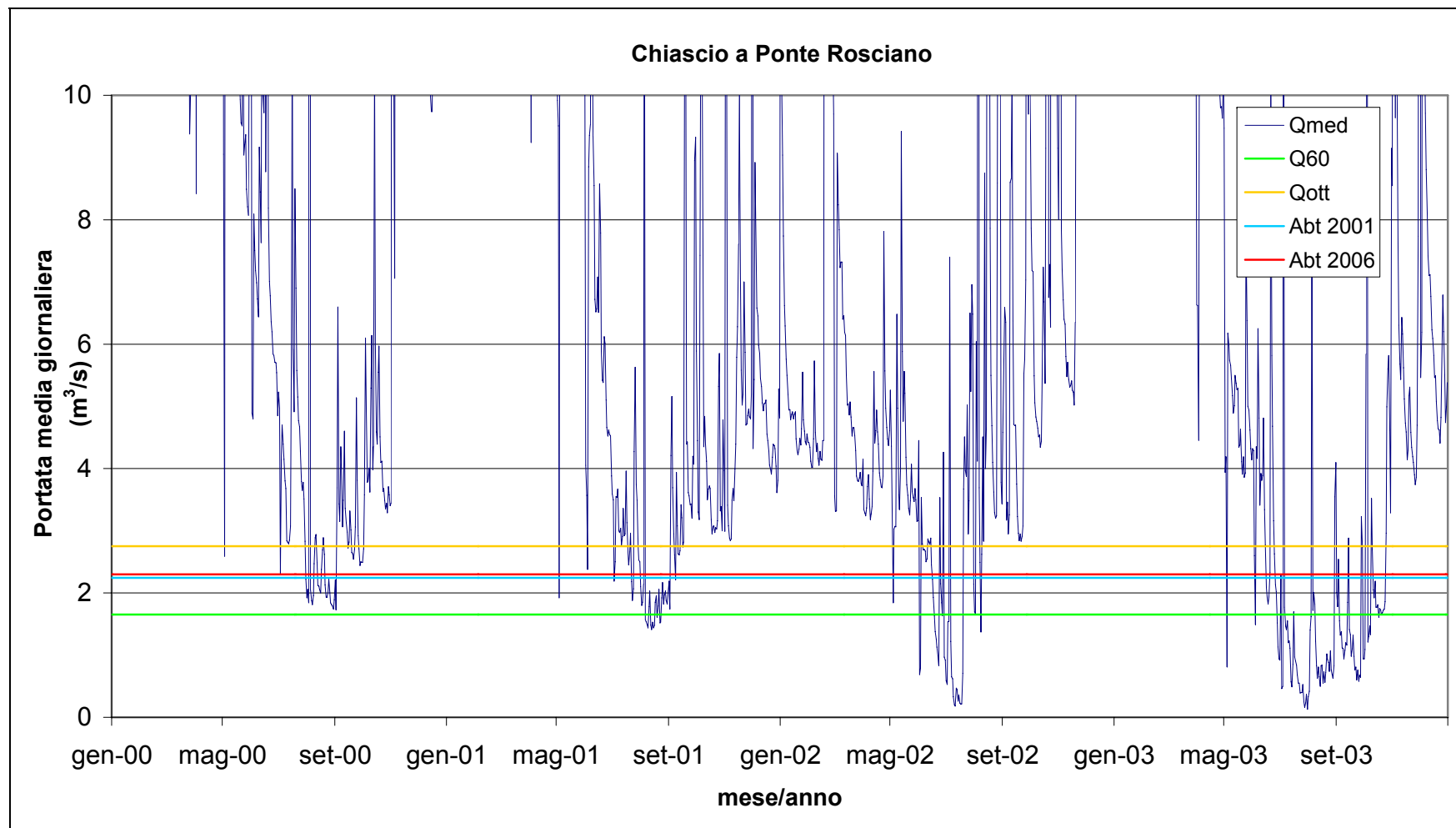


Fig. 96 – Chiascio a Ponte Rosciano (Bacino Chiascio)

Fonte: ARPA Umbria

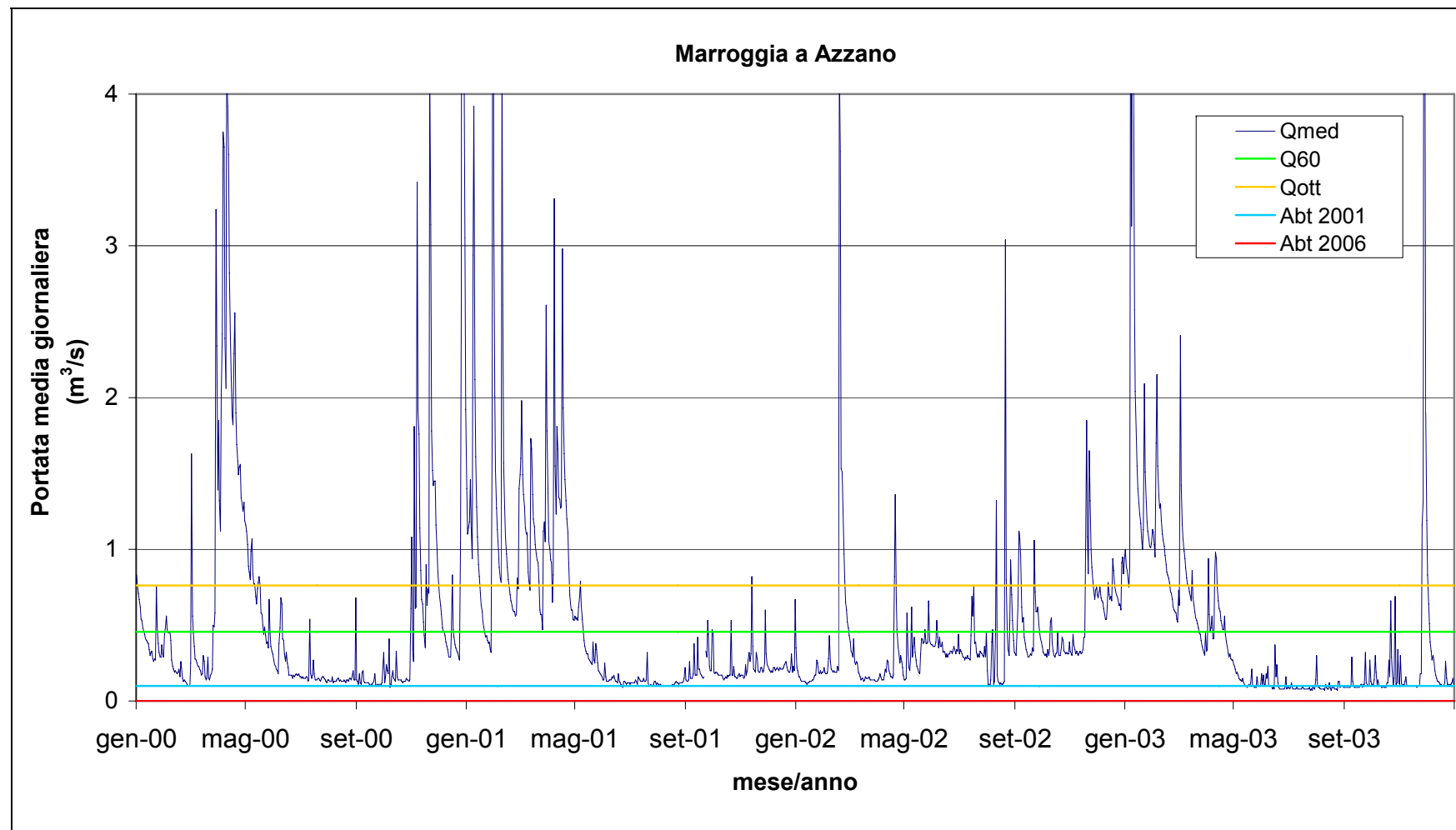


Fig. 97 – Marroggia ad Azzano (Bacino Topino Marroggia)

Fonte: ARPA Umbria

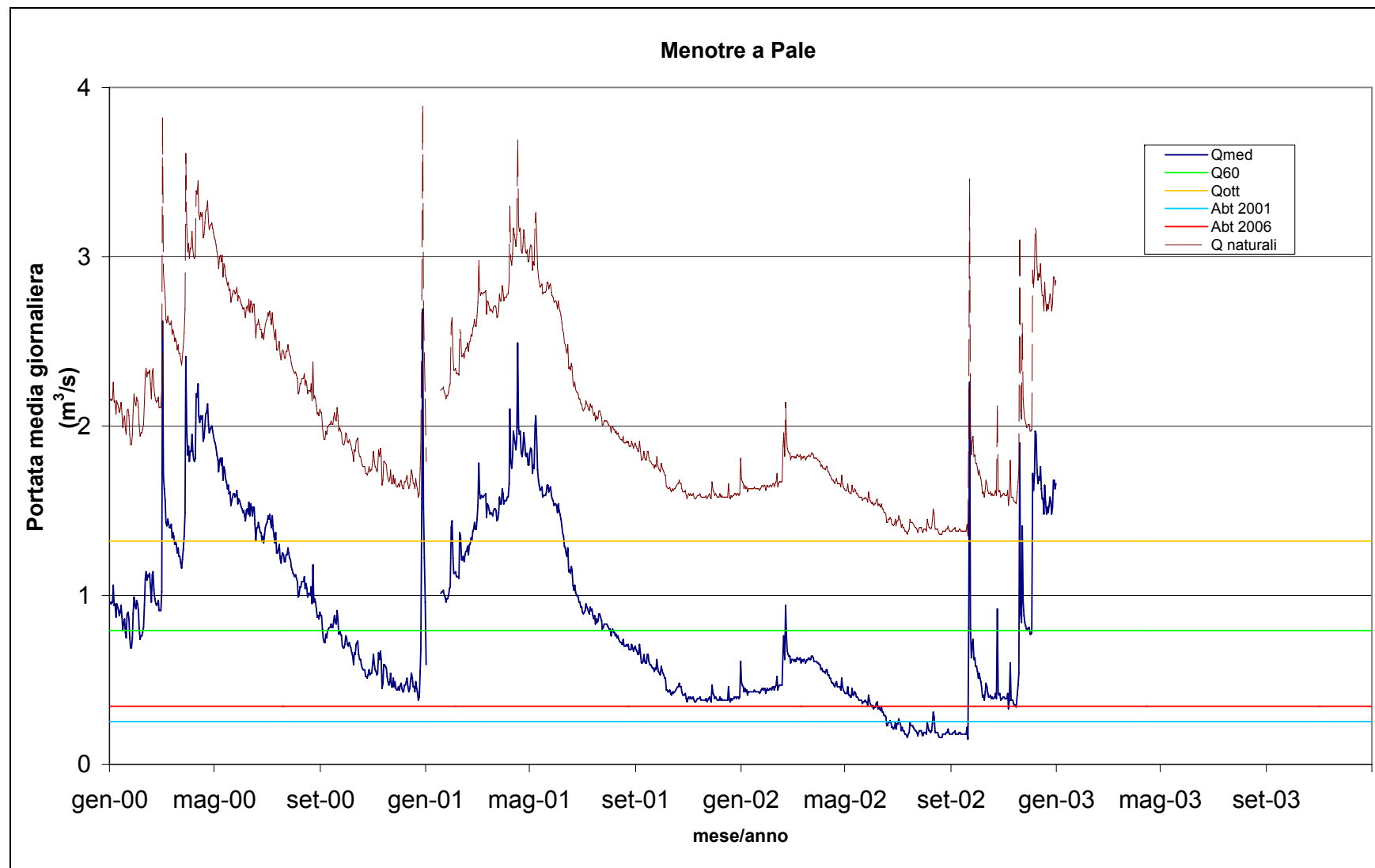


Fig. 98 – Menotre a Pale (Bacino Topino Marroggia)

Fonte: ARPA Umbria

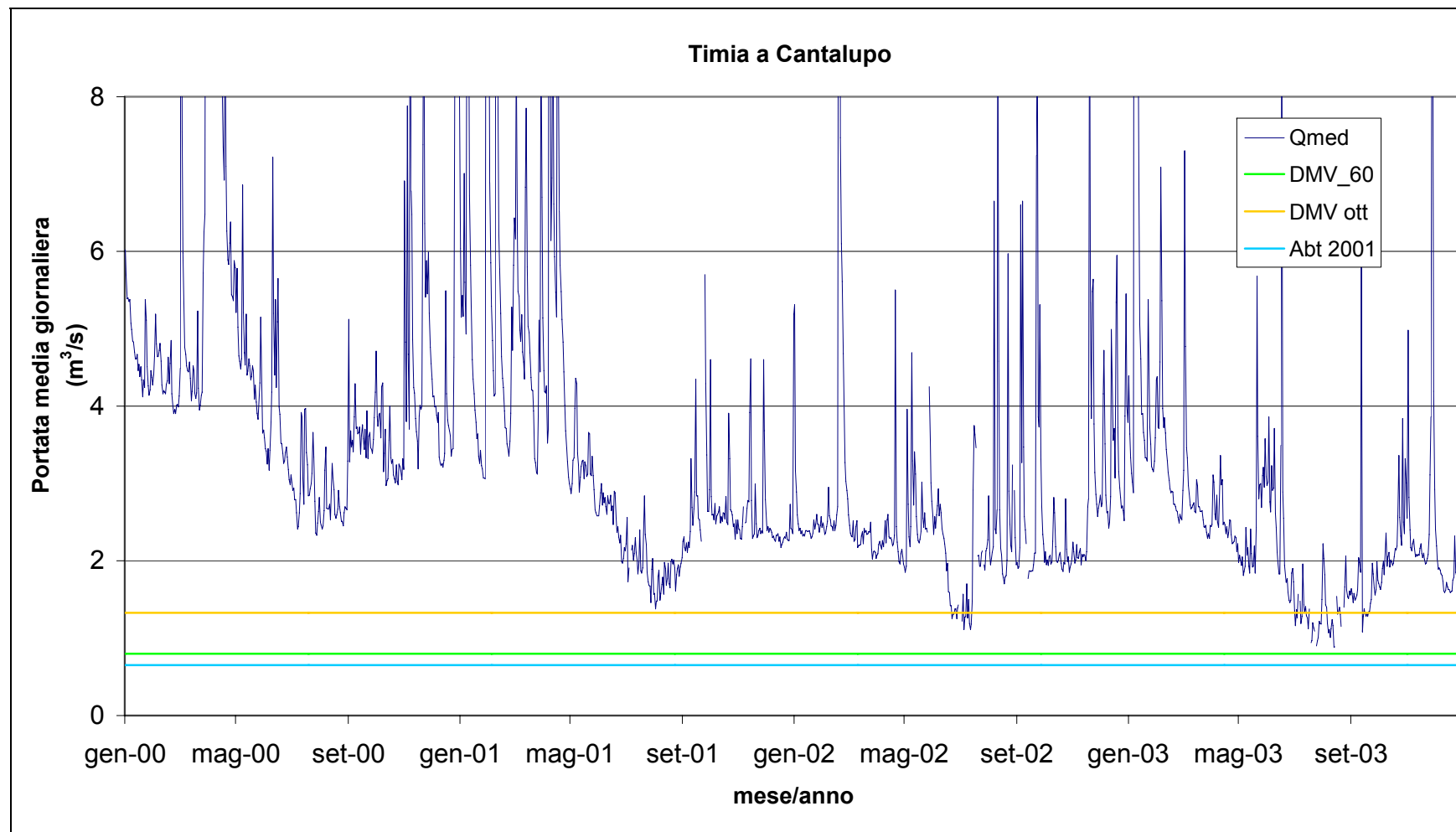


Fig. 99 – Timia a Cantalupo (Bacino Topino Marroggia)

Fonte: ARPA Umbria

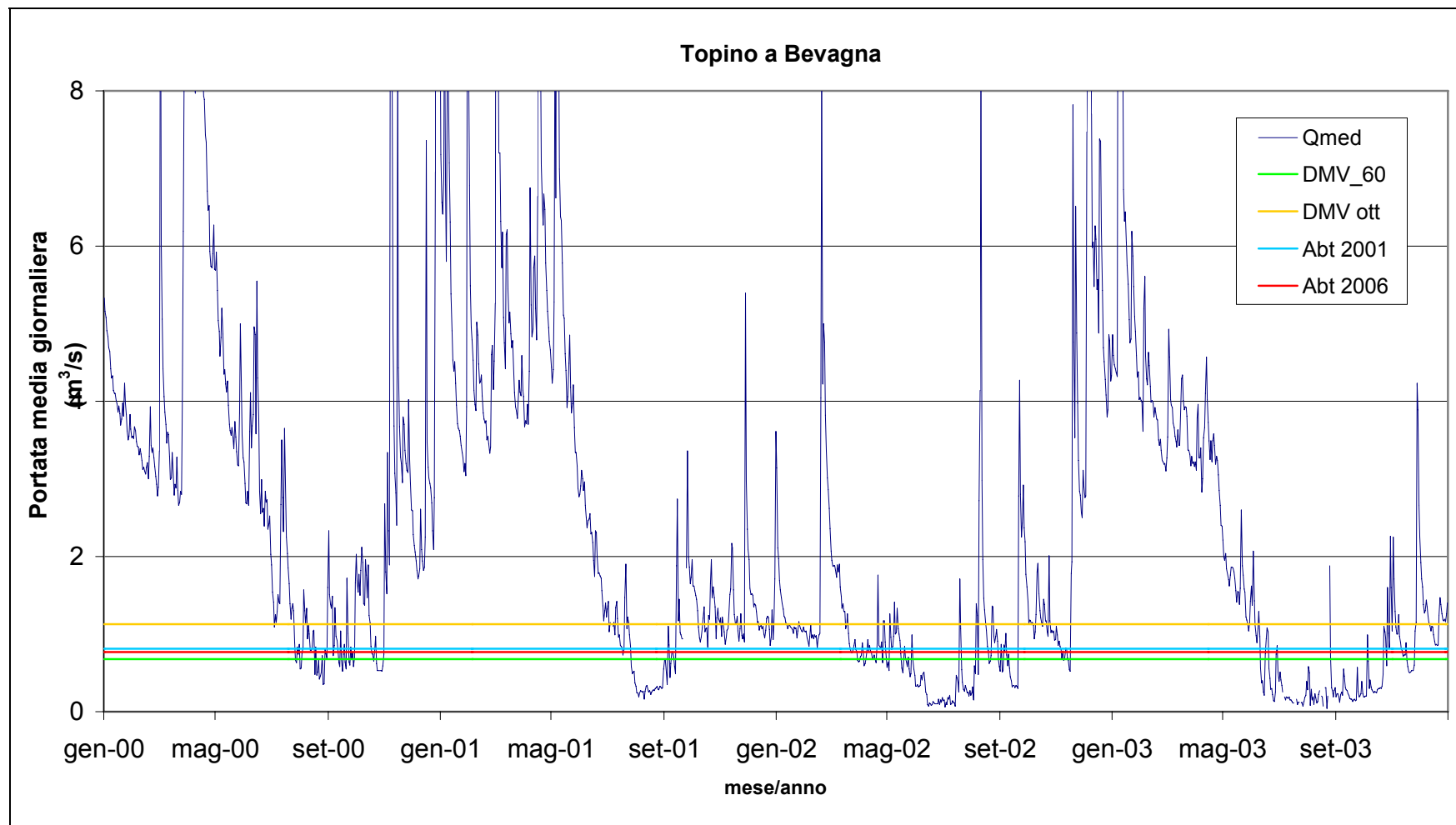


Fig. 100 – Topino a Bevagna (Bacino Topino Marroggia)

Fonte: ARPA Umbria

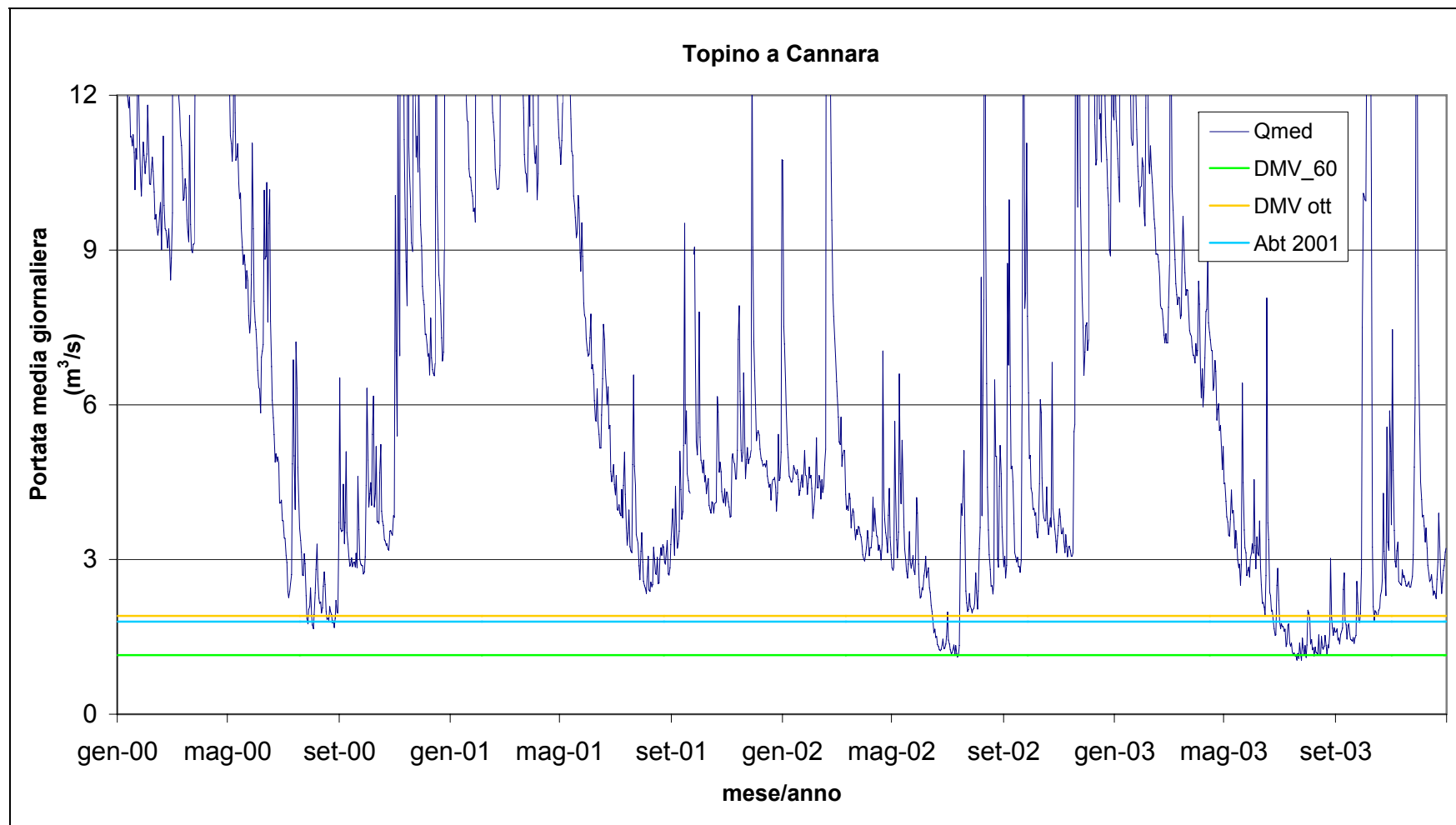


Fig. 101 – Topino a Cannara (Bacino Topino Marroggia)

Fonte: ARPA Umbria

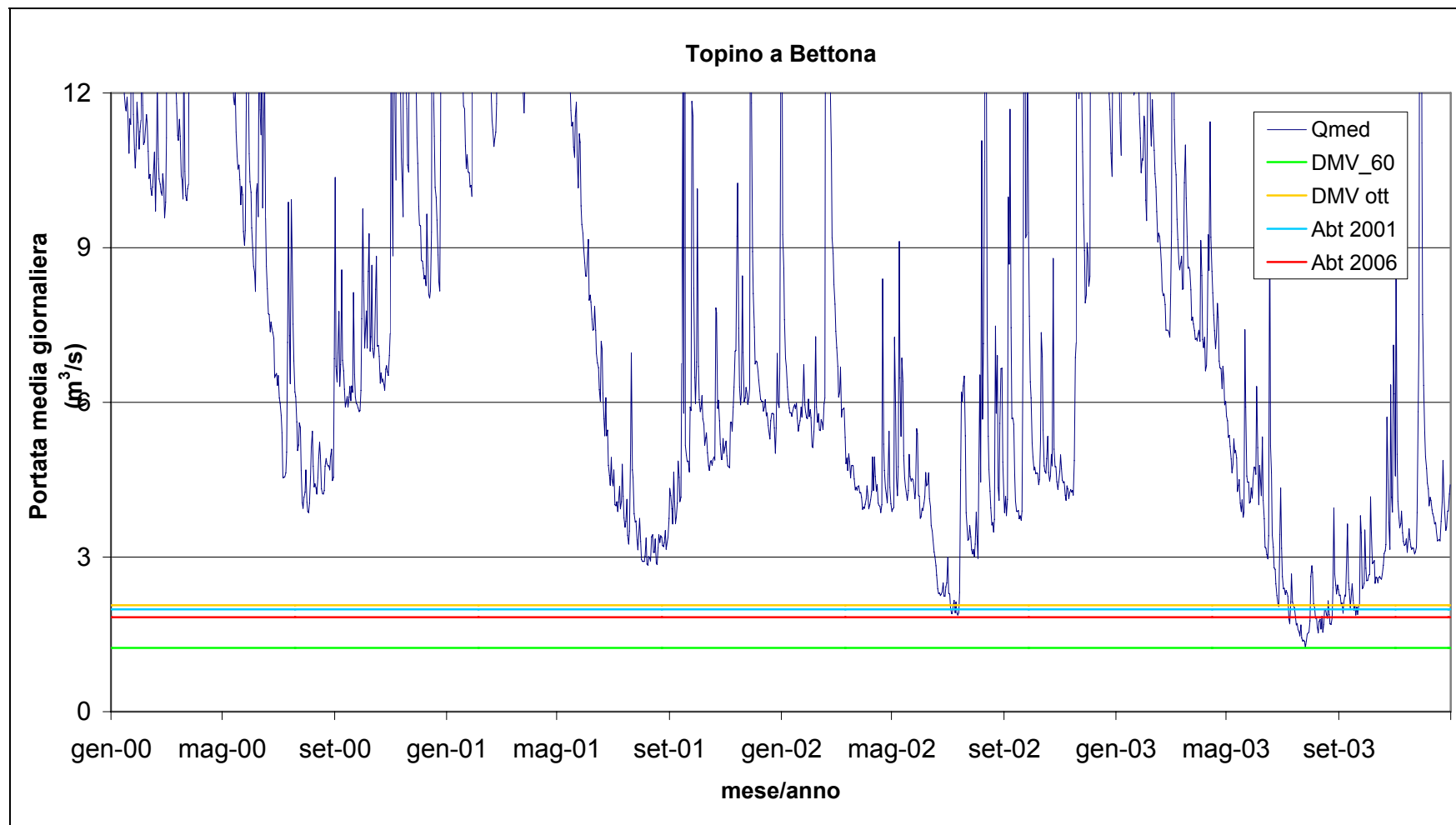


Fig. 102 – Topino a Bettona (Bacino Topino Marroggia)

Fonte: ARPA Umbria

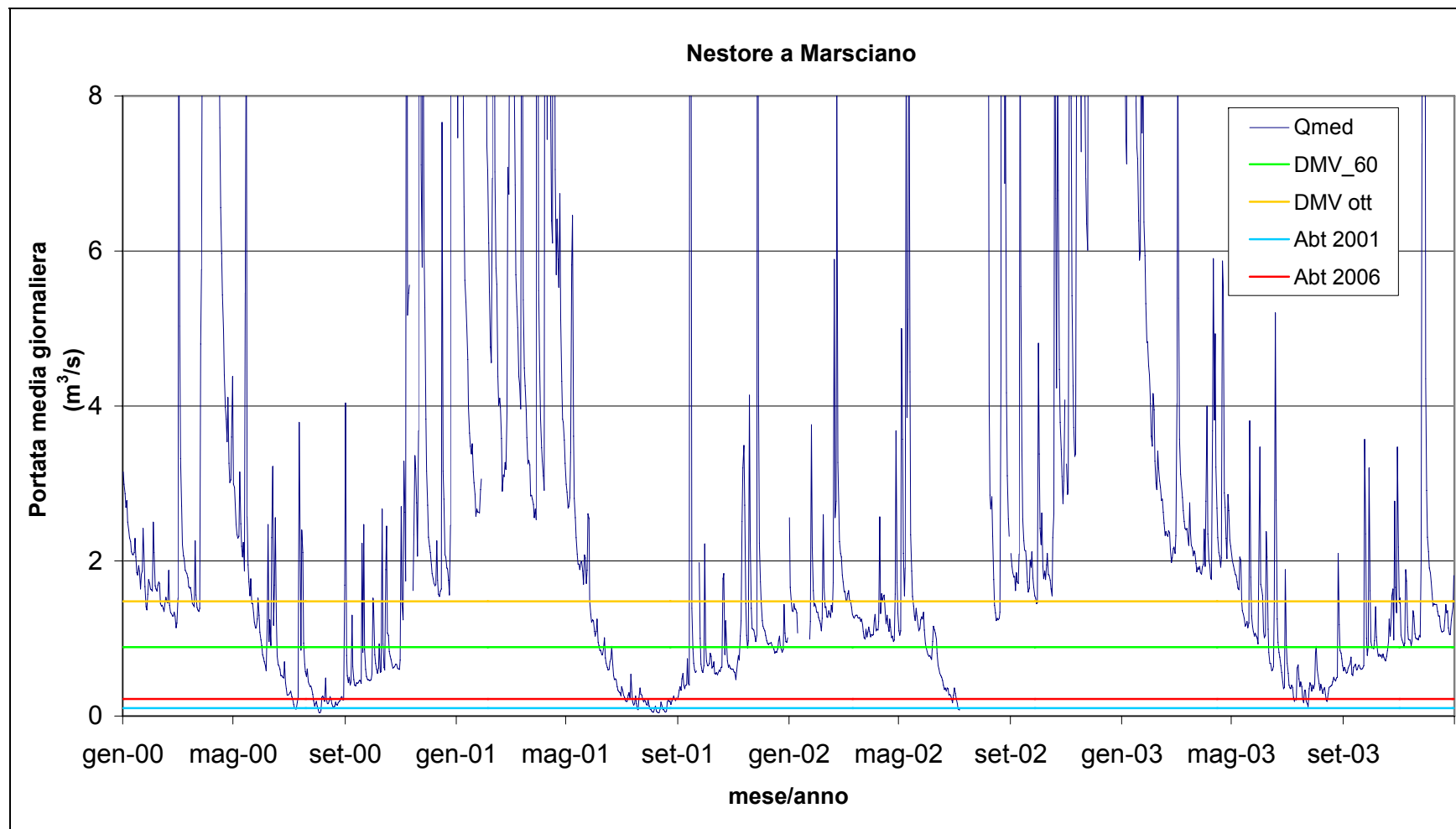


Fig. 103 – Nestore a Marsciano (Bacino Nestore)

Fonte: ARPA Umbria

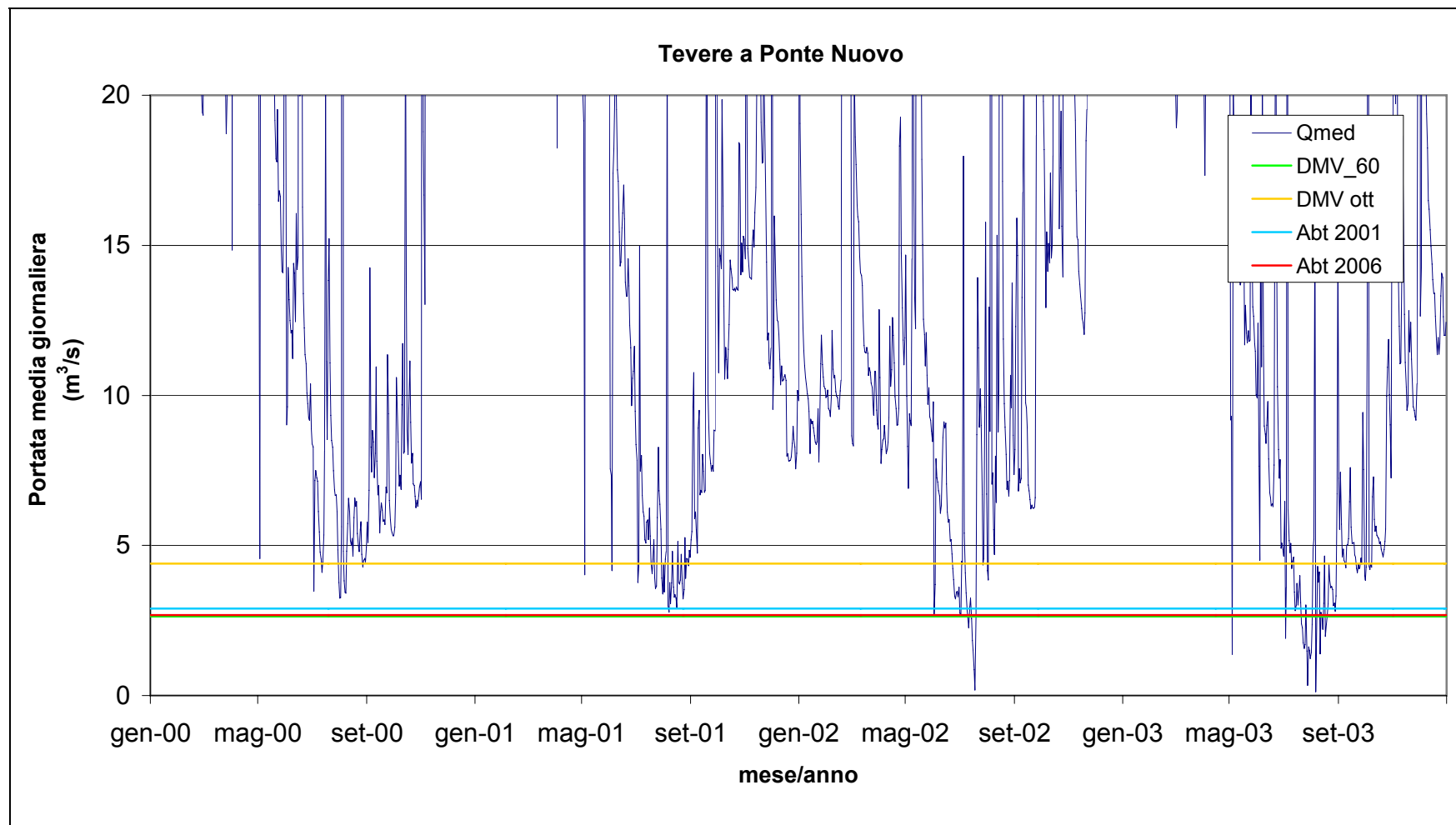


Fig. 104 – Tevere a Ponte Nuovo (Bacino Medio Tevere)

Fonte: ARPA Umbria

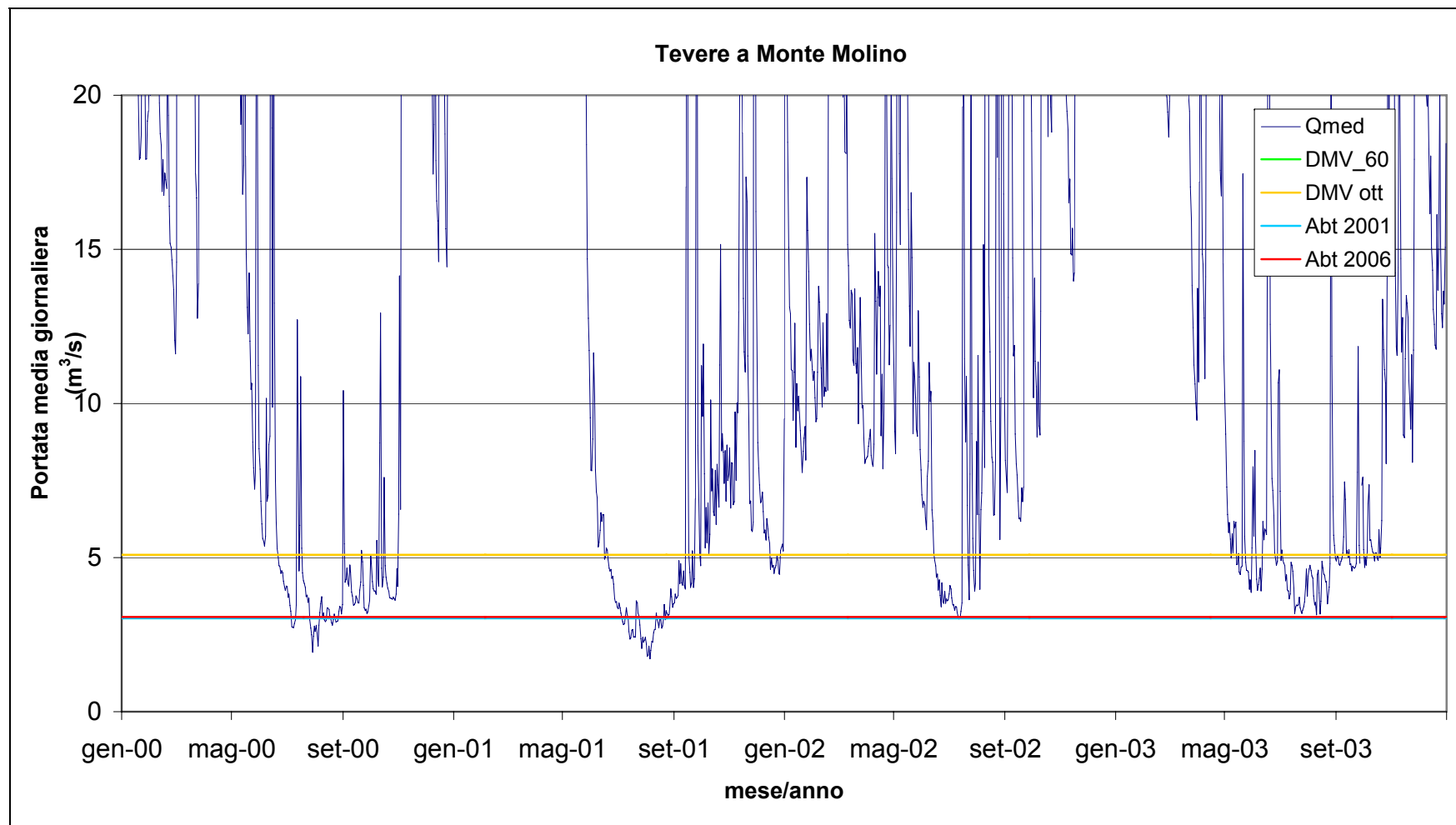


Fig. 105 – Tevere a Monte Molino (Bacino Medio Tevere)

Fonte: ARPA Umbria

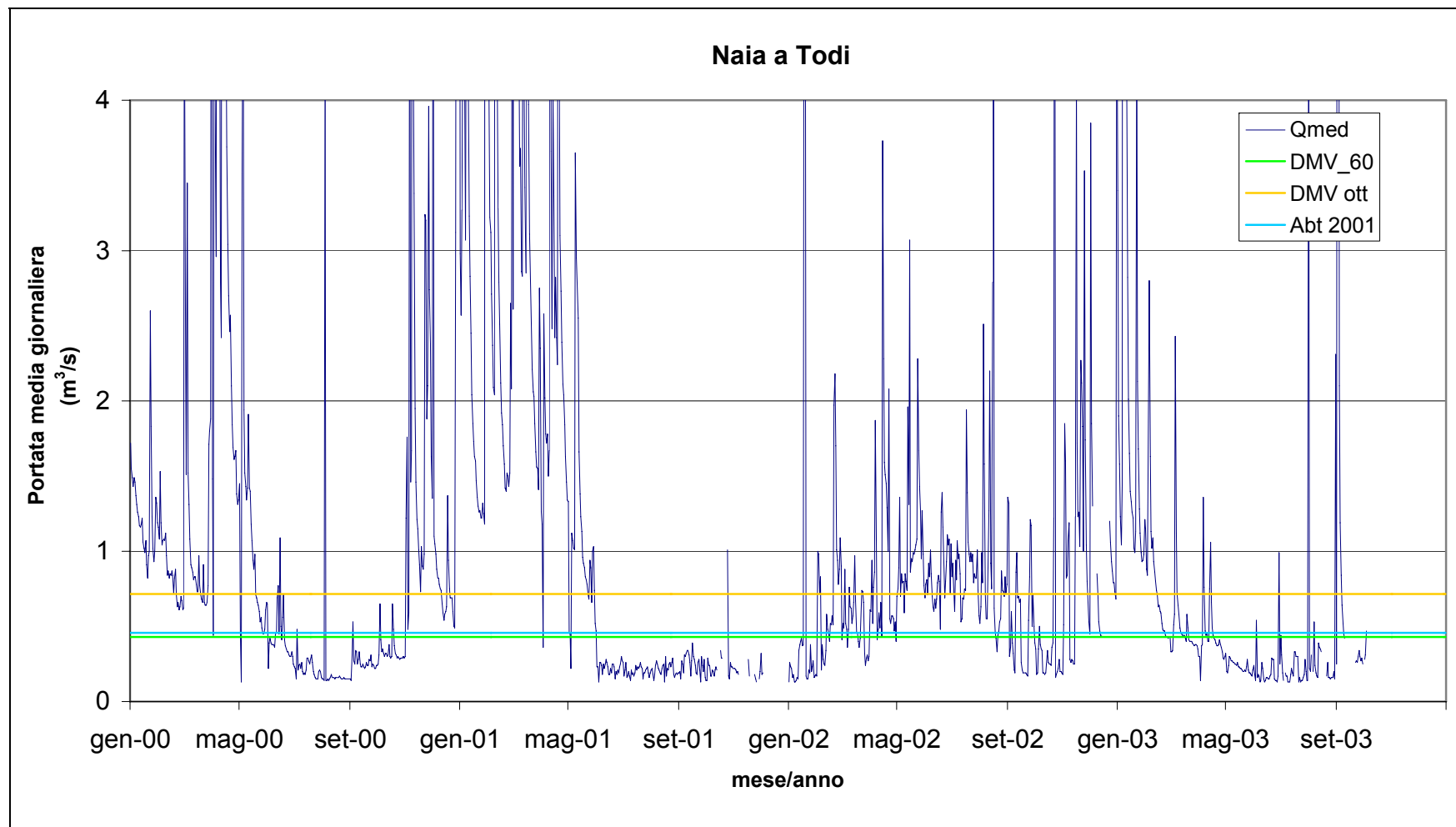


Fig. 106 – Naia a Todi (Bacino Medio Tevere)

Fonte: ARPA Umbria

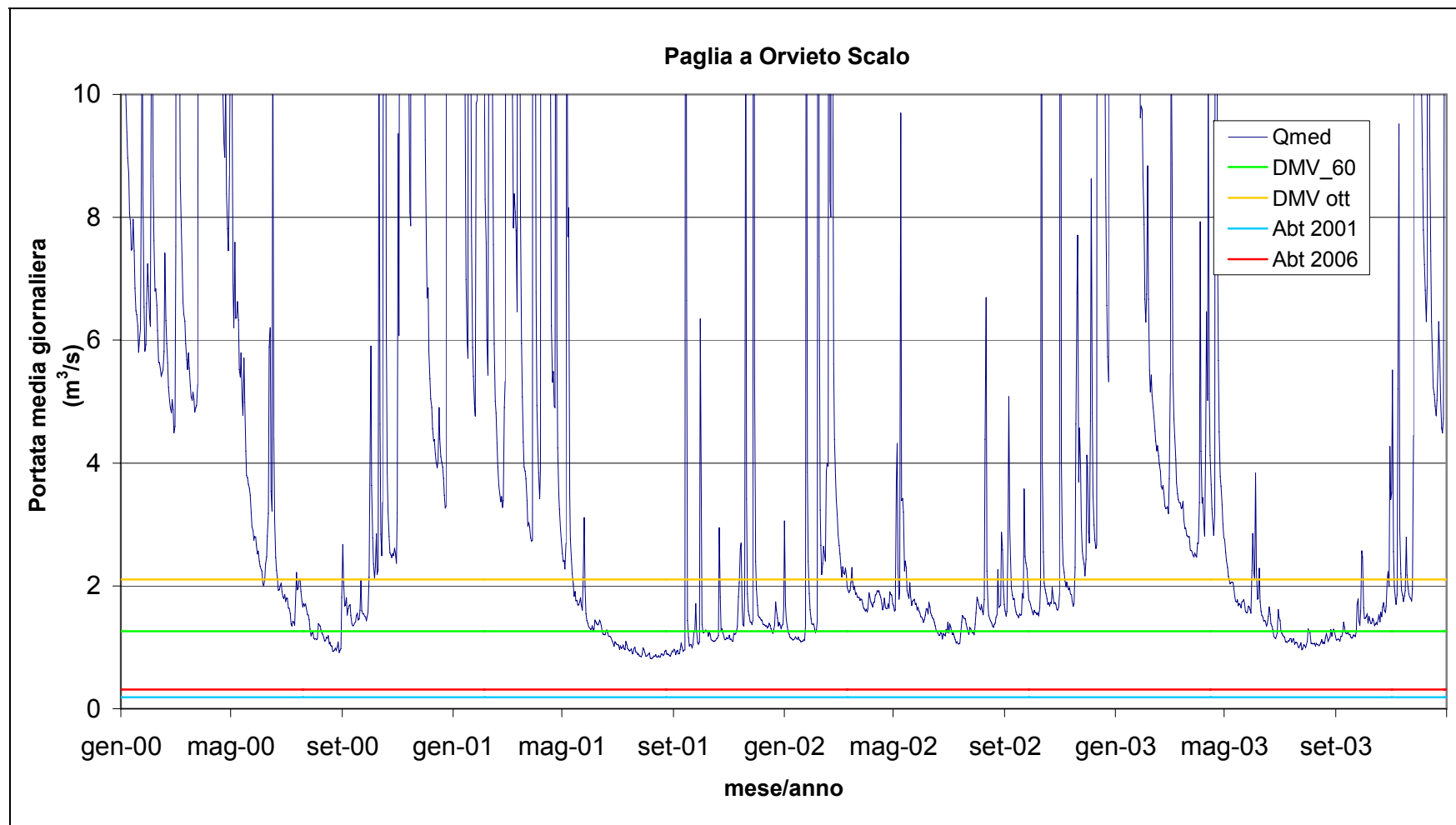


Fig. 107 – Paglia a Orvieto Scalo (Bacino Paglia)

Fonte: ARPA Umbria

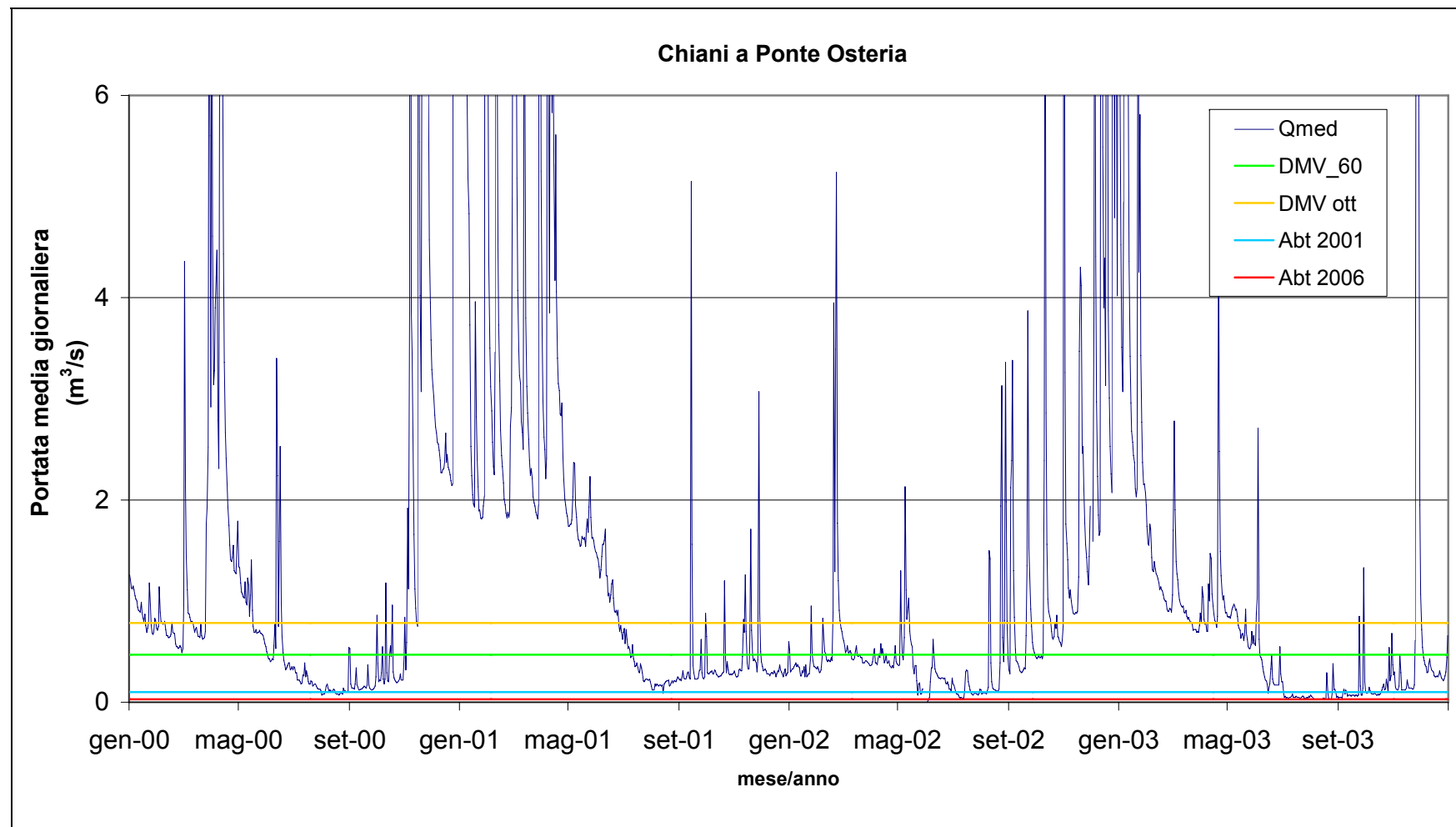


Fig. 108 – Chiani a Ponte Osteria (Bacino Paglia)

Fonte: ARPA Umbria

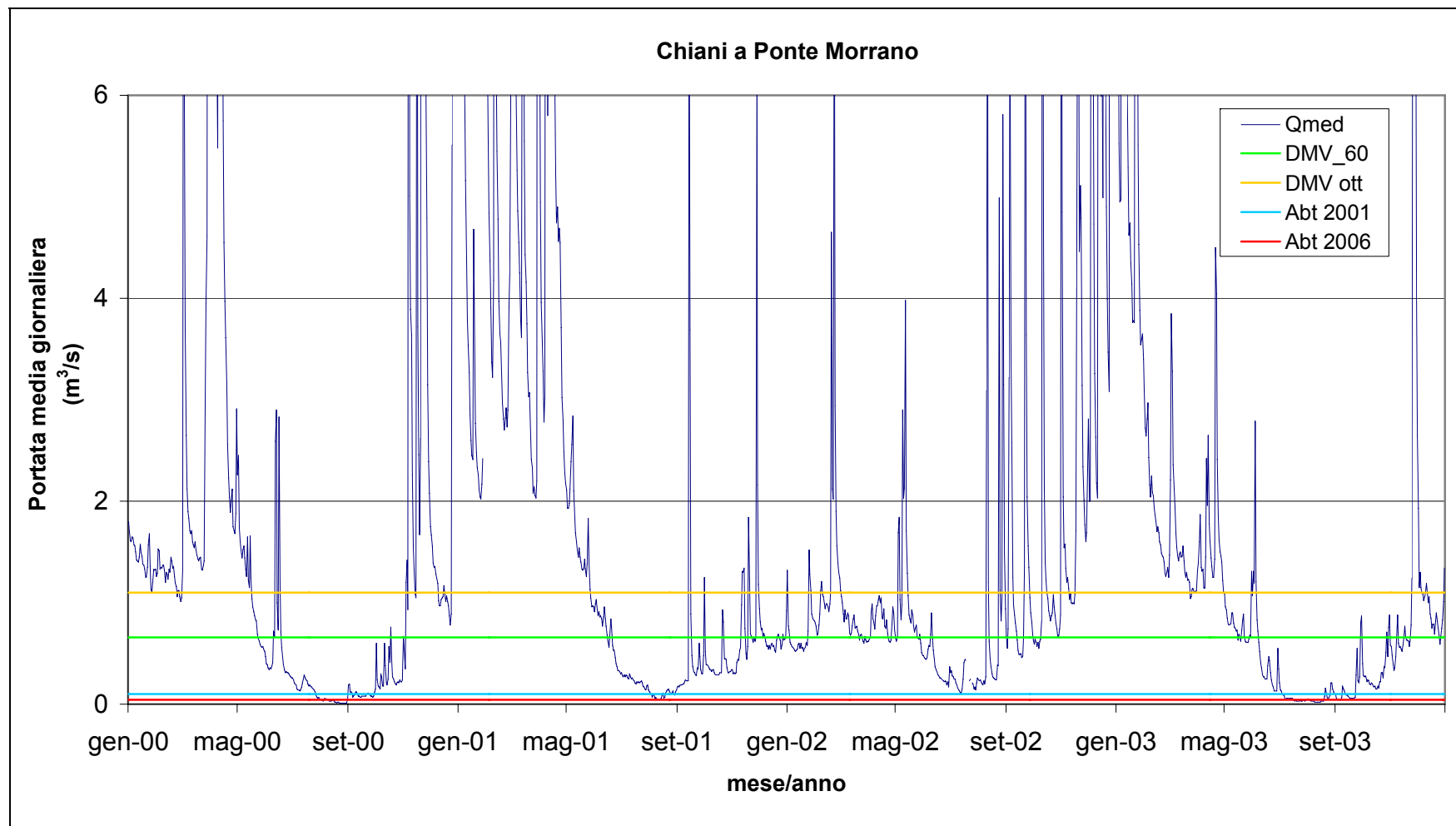


Fig. 109 – Chiani a Ponte Morrano (Bacino Paglia)

Fonte: ARPA Umbria

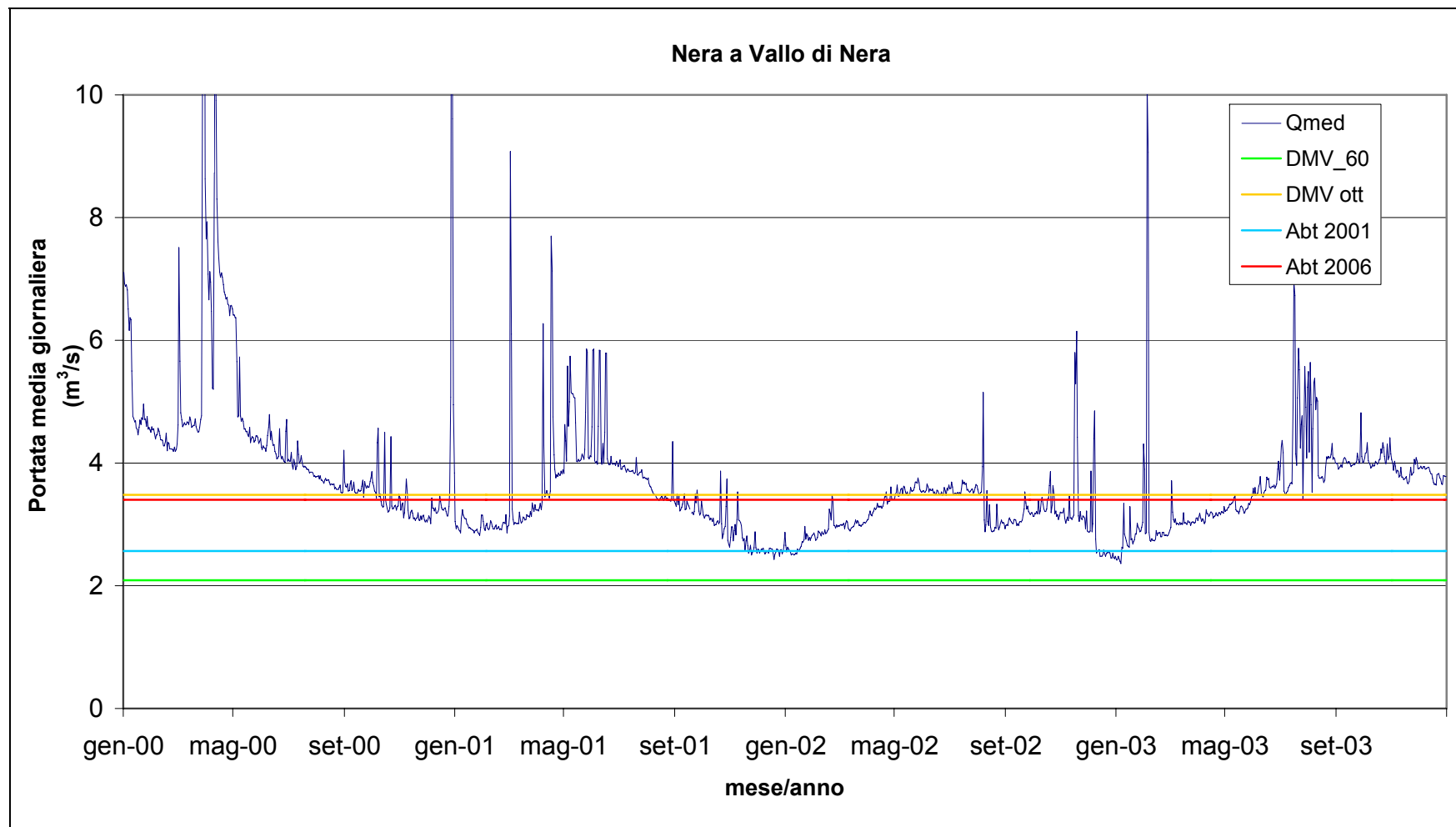


Fig. 110 – Nera a Vallo di Nera (Bacino Nera)

Fonte: ARPA Umbria

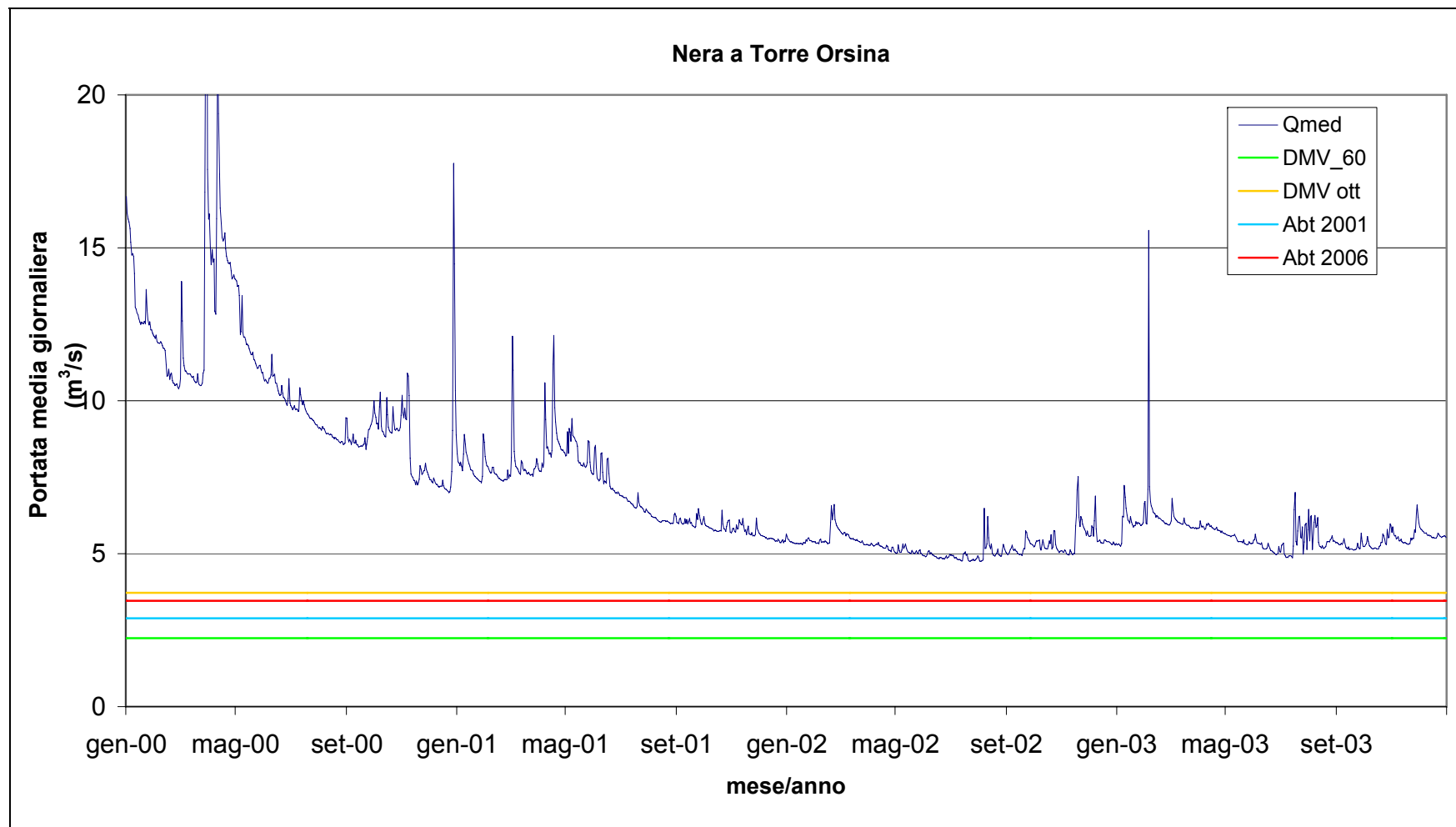


Fig. 111 – Nera a Torre Orsina (Bacino Nera)

Fonte: ARPA Umbria

SEZIONE IV

OBIETTIVI DI QUALITA' AMBIENTALE E PER
SPECIFICA DESTINAZIONE, CRITICITA' E POSSIBILI
INTERVENTI

1 BACINO DEL FIUME TEVERE

1.1 Obiettivi di qualità

Il D. Lgs. 152/99, agli articoli 4 e seguenti, individuava, al fine della tutela e del risanamento delle acque superficiali e sotterranee, gli obiettivi minimi di qualità ambientale per i corpi idrici significativi e gli obiettivi di qualità per specifica destinazione.

In particolare il decreto prevedeva che entro il 31 dicembre 2016 fosse mantenuto o raggiunto per i corpi idrici significativi superficiali e sotterranei l'obiettivo di qualità ambientale corrispondente allo stato "buono", fosse mantenuto, ove già esistente, lo stato di qualità ambientale "elevato", fossero mantenuti o raggiunti altresì per i corpi idrici a destinazione funzionale gli obiettivi di qualità per specifica destinazione. Inoltre, al fine di assicurare il raggiungimento dell'obiettivo di qualità ambientale, entro il 31 dicembre 2008 ogni corpo idrico superficiale classificato, o tratto di esso, doveva conseguire almeno i requisiti dello stato "sufficiente".

Nelle tabelle che seguono si riporta, per ciascun corpo idrico superficiale e sotterraneo significativo, oltre che per quelli a specifica destinazione, la classificazione conseguita in base all'analisi dei dati di monitoraggio, come ampiamente descritto nella Sez. III della presente Parte di Piano.

Nelle ultime colonne di ciascuna tabella, sono invece riportati gli obiettivi di qualità ambientale e per specifica destinazione agli orizzonti temporali del Piano. In rosso e sottolineati sono evidenziate i casi in cui lo stato attuale si discosta dagli obiettivi previsti dalla norma.

Con l'adozione della Direttiva 2000/60 CE, l'obiettivo di buono stato ambientale viene anticipato al 2015.

La Direttiva introduce anche il concetto di corpo idrico fortemente modificato (HMWB) per il quale sono previste deroghe al raggiungimento degli obiettivi di qualità ambientale.

Tab. 215 - Obiettivi di qualità per i corsi d'acqua superficiali ed i canali artificiali

Sottobacino	Corpo idrico	Stato ambientale 2002-2003	Stato ambientale, Obiettivo 2008 Art.4 D.Lgs 152/99	Stato ambientale, Obiettivo 2016 Art.4 D.Lgs 152/99
Alto Tevere	Tevere	Sufficiente	Sufficiente (mantenimento)	<u>Buono</u>
Medio Tevere	Tevere	Sufficiente	Sufficiente (mantenimento)	<u>Buono</u>
Basso Tevere	Tevere	Sufficiente	Sufficiente (mantenimento)	<u>Buono</u>
Chiascio	Chiascio	Sufficiente	Sufficiente (mantenimento)	<u>Buono</u>
Topino-Marroggia	Topino a monte di Foligno	Buono	Buono (mantenimento)	Buono
	Topino da Foligno alla confluenza con il Chiascio	Sufficiente	Sufficiente (mantenimento)	<u>Buono</u>
	Marroggia	Pessimo	<u>Sufficiente</u>	<u>Buono</u>
	Teverone	Scadente	<u>Sufficiente</u>	<u>Buono</u>
	Timia	Sufficiente	Sufficiente (mantenimento)	<u>Buono</u>
Nestore	Nestore	Scadente	<u>Sufficiente</u>	<u>Buono</u>
Paglia-Chiani	Chiani	Sufficiente	Sufficiente (mantenimento)	<u>Buono</u>
	Paglia	Sufficiente	Sufficiente (mantenimento)	<u>Buono</u>
Nera	Nera a monte della confluenza del Velino	Buono	Buono (mantenimento)	Buono
	Nera dal Velino alla confluenza con il Tevere	Sufficiente	Sufficiente (mantenimento)	<u>Buono</u>
	Corno	Sufficiente	Sufficiente (mantenimento)	<u>Buono</u>
	Velino	N.D.	Sufficiente	Buono
	Canale Medio Nera	N.D.	*	*
	Canale Recentino	N.D.	*	*

* I canali artificiali Medio Nera e Recentino presentano caratteristiche morfologiche che non consentono la determinazione dello stato ecologico, e quindi dello Stato Ambientale.

Fonte: ARPA Umbria

Tab. 216 - Obiettivi di qualità per i laghi

Sottobacino	Corpo idrico	S.A.L.	Stato ambientale, Obiettivo 2008 Art.4 D.Lgs 152/99	Stato ambientale, Obiettivo 2016 Art.4 D.Lgs 152/99
Medio Tevere	Invaso di Corbara	Pessimo	<u>Sufficiente</u>	<u>Buono</u>
Basso Tevere	Invaso di Alviano	Scadente	<u>Sufficiente</u>	<u>Buono</u>
Topino- Marroggia	Invaso di Arezzo	Sufficiente	Sufficiente (mantenimento)	<u>Buono</u>
	Palude di Colfiorito	Scadente	<u>Sufficiente</u>	<u>Buono</u>
Trasimeno	Lago Trasimeno	Scadente	<u>Sufficiente</u>	<u>Buono</u>
Nera	Lago di Piediluco	Sufficiente	Sufficiente (mantenimento)	<u>Buono</u>
	Invaso dell'Aia	N.D	Sufficiente	Buono
	Invaso di S. Liberato	N.D	Sufficiente	Buono

Fonte: ARPA Umbria

Tab. 217 - Obiettivi di qualità per le acque superficiali a specifica destinazione funzionale - vita dei pesci

Sottobacino	Corso d'acqua	Destinazione funzionale	Classificazione	Stato ambientale, Obiettivo 2016 Art.4 D.Lgs 152/99
Alto Tevere	Tevere	Ciprinicolo	Conforme	Idoneità (mantenimento)
	Soara	Ciprinicolo	Conforme	Idoneità (mantenimento)
Chiascio	Menotre	Salmonicolo	Conforme	Idoneità (mantenimento)
Topino-Marroggia	Clitunno	Salmonicolo	Conforme	Idoneità (mantenimento)
Paglia-Chiani	Elmo	Salmonicolo	Conforme	Idoneità (mantenimento)
	Migliari	Salmonicolo	Conforme	Idoneità (mantenimento)
Nera	Nera	Salmonicolo	Conforme	Idoneità (mantenimento)
	Argentina	Salmonicolo	Conforme	Idoneità (mantenimento)
	Castellone	Salmonicolo	Conforme	Idoneità (mantenimento)
	Corno	Salmonicolo	Conforme	Idoneità (mantenimento)
	Sordo	Salmonicolo	Conforme	Idoneità (mantenimento)
	Vigi	Salmonicolo	Conforme	Idoneità (mantenimento)

Fonte: ARPA Umbria

Tab. 218 - Obiettivi di qualità per le acque superficiali a specifica destinazione funzionale - produzione acque potabili

Sottobacino	Corpo idrico	Classificazione	Obiettivo 2016
Alto Tevere	Invaso di Montedoglio*	A2	Idoneità (mantenimento)
Trasimeno	Lago Trasimeno	Sub A3	Idoneità (mantenimento)
Chiascio	Invaso di Valfabbrica	N.D.	Idoneità

* L'invaso di Montedoglio ricade nel territorio della Regione Toscana

Fonte: ARPA Umbria

Tab. 219 - Obiettivi di qualità per le acque superficiali a specifica destinazione funzionale - balneazione

Bacino Idrografico	Corpo Idrico	Stato	Obiettivo 2008	Obiettivo 2016
Trasimeno	Lago Trasimeno	Idoneo	Idoneità (mantenimento)	Idoneità (mantenimento)
Nera	Lago di Piediluco	Non Idoneo	<u>Idoneità</u>	<u>Idoneità</u>
	Lago Chico Mendes	<u>Idoneo</u>	Idoneità (mantenimento)	Idoneità (mantenimento)

Fonte: ARPA Umbria

Tab. 220 - Obiettivi di qualità per i corpi idrici sotterranei

Tipo acquifero	Acquifero	Settore	Sottobacino	Stato Ambientale attuale	Stato ambientale, Obiettivo 2016
Alluvionale freatico	Alta Valle Tevere	Settore centrale	Alto Tevere	Buono	Buono
		Settore orientale e meridionale	Alto Tevere	Scadente	<u>Buono</u>
Alluvionale freatico	Conca Eugubina	Fascia pedemontana dei Monti di Gubbio	Alto Tevere	Scadente	<u>Buono</u>
		Area valliva	Alto Tevere Chiascio	Sufficiente	<u>Buono</u>
Alluvionale freatico	Media Valle Tevere Nord	Settore settentrionale e medio	Alto Tevere	Buono	Buono
		Settore meridionale	Alto Tevere	N.D.	Buono
Alluvionale freatico	Media Valle Tevere Sud	Intero acquifero	Alto Tevere	Scadente	<u>Buono</u>
			Medio Tevere		
			Nestore		
Alluvionale freatico	Valle Umbra	Petrignano	Chiascio	Scadente	<u>Buono</u>
		Assisi-Spello	Topino Marroggia	Scadente	<u>Buono</u>
		Foligno	Topino Marroggia	Scadente	<u>Buono</u>
		Spoletto	Topino Marroggia	Scadente	<u>Buono</u>
Alluvionale confinato	Valle Umbra, Cannara	Intero acquifero	Topino Marroggia	Particolare	-
Alluvionale freatico	Conca Ternana	Fascia pedemontana Monti Martani	Nera	Scadente	<u>Buono</u>
		Conca alluvionale	Nera	Buono	Buono
Carbonatico	Monte Cucco	Intero acquifero	Chiascio	Buono	Buono
			T.A.M.A.		
Carbonatico	Monti della Valnerina	Intero acquifero	Nera	Elevato	Elevato
Carbonatico	Monti delle Valli del Topino e Menotre	Intero acquifero	Topino Marroggia	Buono	Buono

Tipo acquifero	Acquifero	Settore	Sottobacino	Stato Ambientale attuale	Stato ambientale, Obiettivo 2016
Carbonatico	Monti di Narni e d'Amelia	Intero acquifero	Medio Tevere	N.D.	Buono
			Basso Tevere		
			Nera		
Carbonatico	Monti Martani	Intero acquifero	Medio Tevere	N.D.	Buono
			Topino Marroggia		
			Nera		
Carbonatico	Monti di Gubbio	Intero acquifero	Alto Tevere	Scadente	<u>Buono</u>
			Chiascio		
Vulcanico	Vulcanico Orvietano	Settore orientale a sud di Orvieto	Paglia Chiani	Particolare	-
		Settore centrale e occidentale	Basso Tevere	Buono	Buono

Fonte: ARPA Umbria

1.2 Analisi delle criticità

L'analisi delle criticità è stata condotta a scala di unità territoriale di riferimento adottata dal presente Piano; queste, come visto, corrispondono ai sottobacini dei principali corsi d'acqua della regione. Tale scelta ben si adatta alla descrizione dei fenomeni che interessano i corpi idrici superficiali, meno per i corpi idrici sotterranei, che, come si riconosce anche dalla Tab. 220, ricadono frequentemente in più sottobacini.

Per ciascun sottobacino viene fatta una valutazione incrociata dello stato ambientale dei corpi idrici e delle pressioni ed impatti che più direttamente concorrono a determinarlo.

E' stato necessario prendere in considerazione in modo integrato i molteplici obiettivi di tutela previsti sia per le diverse tipologie di corpi idrici:

- corsi d'acqua e canali artificiali significativi;
- laghi ed invasi significativi;
- corpi idrici sotterranei significativi;
- acque superficiali destinate alla vita dei pesci;
- acque superficiali destinate all'uso potabile;
- acque superficiali destinate alla balneazione;

sia per le aree da sottoporre a specifica tutela

- aree sensibili;
- zone vulnerabili ai nitrati di origine agricola, ai prodotti fitosanitari, alla desertificazione;
- aree di salvaguardia delle acque sotterranee destinate al consumo umano.

Un medesimo corpo idrico, infatti, può essere interessato da obiettivi di tutela multipli, rendendo necessaria una valutazione complessiva che aggregi le relative criticità e ordini gli obiettivi di piano in funzione della massima priorità di intervento.

Inoltre è da sottolineare che la qualità di un corpo idrico concorre anche al raggiungimento degli obiettivi di qualità dei corpi idrici collegati idraulicamente ad esso. Pertanto l'obiettivo di qualità non può sempre essere concepito in maniera rigida in funzione della norma, ma può essere necessario il raggiungimento di una qualità più elevata in funzione delle esigenze di risanamento dei corpi idrici collegati. Un esempio è quello del tratto del medio e basso Tevere per il quale il raggiungimento, all'orizzonte del 2016, dell'obiettivo di qualità non fornisce garanzie circa il conseguimento degli obiettivi di qualità dei grandi invasi realizzati lungo la sua asta (Corbara e Alviano).

Nel caso di sottobacini che si estendono a monte del confine regionale (Alto Tevere, Paglia-Chiani, Nera) e che quindi recapitano carichi generati al di fuori del territorio umbro, è evidente che il raggiungimento degli obiettivi di qualità può essere influenzato in modo decisivo dalle criticità individuate e dalle misure proposte dalle Regioni competenti.

Prima di passare all'analisi per sottobacino vengono elencate le criticità che costituiscono elemento comune e diffuso su tutto il territorio regionale.

Esse sono così riassumibili:

- 1) Eccessiva disponibilità di nutrienti proveniente da fonti di inquinamento di tipo diffuso;
- 2) Carenza di fasce filtro con funzione di ridurre il carico di inquinanti che giunge ai corpi idrici;
- 3) Incompletezza o non ottimizzazione dei sistemi di collettamento e trattamento dei reflui civili ed industriali;
- 4) Difficile gestione dei reflui zootecnici;
- 5) Non ottimizzazione dell'uso delle risorse idriche e mancato risparmio idrico;
- 6) Eccessivo frazionamento dei prelievi pubblici e privati, civili, agricoli ed industriali;
- 7) Presenza di microinquinanti di origine industriale e fitofarmaci nelle acque superficiali e sotterranee.

Il quadro conoscitivo ha evidenziato inoltre criticità legate a carenze di informazioni che richiedono approfondimenti di indagine. E' il caso, ad esempio, delle acque idonee alla vita dei pesci, in cui vengono classificati solo alcuni tratti di corso d'acqua, ma per le quali occorrerebbe una caratterizzazione dell'intero corpo idrico.

Qui di seguito vengono forniti per sottobacino alcuni elementi chiave che consentono di comprendere meglio e completare il quadro delle criticità ambientali descritto in dettaglio nelle successive schede analitiche.

a) Sottobacino Alto Tevere

Il deflusso idrico del tratto a monte del confine regionale, e dipendente dalla gestione dell'invaso di Montedoglio in Toscana, è elemento chiave per il raggiungimento degli obiettivi di qualità tanto del Fiume Tevere quanto dell'acquifero alluvionale ad esso collegato.

Il risanamento qualitativo del fiume inoltre è dipendente in modo significativo anche dallo stato del sistema fognario e depurativo a servizio degli insediamenti civili e produttivi localizzati in territorio toscano.

b) Sottobacino Medio Tevere

Gli apporti di carico inquinante veicolati nel fiume Tevere dai sottobacini del Chiascio e del Nestore rendono più problematico il quadro ambientale del corso d'acqua stesso, incidendo fortemente anche sullo stato dell'invaso di Corbara.

c) Sottobacino Basso Tevere

L'invaso di Alviano soffre di interrimento, con il solo paleoalveo del Tevere dotato di una certa profondità. Il ridotto volume idrico immagazzinato, la gestione idroelettrica dell'invaso e i brevi tempi di permanenza delle acque non favoriscono i processi di allontanamento di nutrienti e solidi sospesi.

d) Sottobacino Chiascio

All'entrata in esercizio dell'invaso di Valfabbrica, la sua gestione per uso agricolo e potabile condiziona fortemente l'equilibrio idrologico del corso d'acqua a valle nonché dell'acquifero di Petrignano di Assisi collegato idraulicamente ad esso, e di conseguenza lo stato ambientale di questi corpi idrici.

Il diffuso impiego di concimi chimici e la presenza di estese superfici destinate alla fertirrigazione a servizio dell'impianto di depurazione dei reflui zootecnici di Bettona rappresentano una forte criticità legata alle pratiche agro-zootecniche correnti.

e) Sottobacino Topino Marroggia

La difficoltà di garantire un deflusso di magra accettabile nel torrente Marroggia rende complicato il raggiungimento dell'obiettivo di qualità ambientale. Lo stato qualitativo dei corsi d'acqua risente negativamente della gestione non corretta dei reflui di origine sia civile sia zootecnica (pratica della fertirrigazione su terreni poco permeabili).

f) Sottobacino Trasimeno

Il sistema lacustre è da circa 20 anni un sistema endoreico, con periodiche crisi idriche che si manifestano con forti abbassamenti del livello lacustre. Tutti i carichi prodotti nel bacino devono essere quindi assimilati dall'ecosistema lacustre. La salinizzazione delle acque, evidenziata dal progressivo aumento della conducibilità rilevato negli ultimi anni, è l'elemento indicatore dell'evoluzione del sistema.

g) Sottobacino Nestore

Nel bacino del torrente Genna sono concentrati scarichi fognari e aree autorizzate alla fertirrigazione (a servizio dell'impianto di depurazione dei reflui zootecnici di Marsciano). Gli effetti di questa situazione vengono amplificati dal ridotto deflusso del reticolo idrografico del bacino.

h) Sottobacino Paglia-Chiani

Gli elementi più rilevanti di criticità ambientale di questo bacino sono rappresentati dal ridotto deflusso idrico di magra dei corsi d'acqua e dalla artificializzazione degli alvei indotta dagli interventi per la mitigazione dei fenomeni di erosione.

Il bacino del Paglia, si sviluppa estesamente nel territorio toscano, pertanto il raggiungimento degli obiettivi ambientali nella porzione umbra è condizionato dallo stato del corpo idrico in ingresso.

i) Sottobacino Nera

Il problema principale è rappresentato dalle numerose derivazioni idriche a scopi idroelettrici che interessano il reticolo idrografico del bacino. In alcuni casi queste comportano il trasferimento delle acque derivate a grande distanza dal punto di prelievo, o perfino fuori del bacino stesso.

L'eccessiva riduzione del deflusso nel tratto montano, priva il tratto di valle di risorse consistenti e di buona qualità che ne determinerebbero uno stato ambientale migliore dell'attuale consentendo il raggiungimento degli obiettivi.

Il Lago di Piediluco soffre del regime di regolazione artificiale per scopi idroelettrici che comporta una continua oscillazione del livello delle sue acque nonché degli apporti inquinanti provenienti dagli insediamenti civili e dalle attività ittiche del bacino dell'alto Nera, addotti dal Canale del Medio Nera, e del bacino del Velino.

La qualità di quest'ultimo corpo idrico che sviluppa il suo bacino quasi interamente in Lazio, dipende quasi esclusivamente dalla pianificazione del territorio di questa Regione. Il Piano di Tutela delle Acque della Regione Lazio, tuttavia, non prevede azioni e misure che tengano conto che il bacino del Velino è area sensibile in quanto immissario del Lago di Piediluco dichiarato corpo idrico sensibile dalla Regione Umbria.

Nelle schede seguenti viene presentato per ogni sottobacino il quadro delle criticità che emerge dalla lettura del quadro conoscitivo. Ogni scheda è organizzata in più sezioni che trattano i seguenti aspetti:

- a) raggiungimento o mantenimento degli obiettivi di qualità ambientale dei corpi idrici significativi;
- b) raggiungimento o mantenimento della conformità per le acque superficiali a specifica destinazione;
- c) aree che richiedono specifiche misure di tutela e di risanamento;
- d) criticità quantitative della risorsa idrica;
- e) criticità in materia di carichi inquinanti e scarichi;
- f) altre criticità.

1.2.1 Sottobacino Alto Tevere

a) Criticità: raggiungimento/mantenimento Obiettivi di Qualità Ambientale dei corpi idrici significativi

Fiumi e canali	FIUME TEVERE Stato di qualità ambientale: sufficiente per tutto il tratto monitorato. Aspetti quantitativi: dipendenza delle portate dalla gestione dell'invaso di Montedoglio, già dall'ingresso in territorio umbro. Ridotto deflusso idrico nella stagione estivo-autunnale. Aspetti qualitativi: Eccessiva fecalizzazione delle acque (elevati valori di <i>Escherichia coli</i>) in tutto il tratto; peggioramento di tutti i macrodescrittori nel tratto a valle di Perugia, valori medi delle specie azotate e di fosforo circa doppi di quelli auspicabili.
Laghi e invasi	-
Corpi idrici sotterranei	ALLUVIONALE ALTA VALLE TEVERE (porzione ricadente nel sottobacino): Stato di qualità ambientale: buono nel settore centrale, scadente nel settore orientale e meridionale. Stato quantitativo: nel settore centrale dipende dalla gestione dell'invaso di Montedoglio che incide sugli scambi fiume-falda, nel settore orientale criticità locali. Stato chimico: elevato tenore in nitrati nel settore orientale e meridionale (> 50 mg/l) e nelle fasce marginali del settore centrale (> 25 mg/l). Presenza locale di prodotti fitosanitari di origine agricola e di composti organo alogenati volatili di origine industriale nella porzione settentrionale (tetracloroetilene, cloroetano). ALLUVIONALE CONCA EUGUBINA (porzione ricadente nel sottobacino): Stato di qualità ambientale: sufficiente nell'area valliva, scadente nella fascia pedemontana. Stato quantitativo: eccessivo sfruttamento della risorsa nel settore della fascia pedemontana a nord di Gubbio. Stato chimico: nell'area valliva elevato tenore in nitrati (> 25 mg/l) e presenza locale di tetracloroetilene (in concentrazioni inferiore ai limiti di legge). ALLUVIONALE MEDIA VALLE TEVERE (porzione ricadente nel sottobacino): Stato di qualità ambientale: buono per acquifero a nord di Perugia, scadente per acquifero a sud. Stato quantitativo: nessuna criticità osservata, scarsa consistenza naturale della risorsa. Stato chimico: nella Media Valle del Tevere a nord di Perugia: tenori in nitrati > 25 mg/l lungo il bordo orientale del tratto medio. Nella porzione di acquifero a sud di Perugia ricadente nel sottobacino: elevato tenore in nitrati, > 50 mg/l (con massimi > 100 mg/l) in destra idrografica del Tevere e a 25 mg/l in sinistra idrografica, presenza diffusa di composti organo alogenati volatili (tetracloroetilene, tricloroetilene, triclorobenzene) che in alcuni punti superano i limiti di legge. Presenza di fitofarmaci. In generale scadente qualità delle acque sia per inquinamento di origine antropica che per motivi naturali. CALCAREO MONTI DI GUBBIO (porzione ricadente nel sottobacino): Stato di qualità ambientale: scadente Stato quantitativo: condizioni di disequilibrio della falda a causa di prelievi potabili elevati rispetto alla disponibilità idrica. Stato chimico: nessuna criticità osservata.

b) Criticità: raggiungimento/mantenimento conformità per le acque superficiali a specifica destinazione

Uso potabile:	-
Balneazione:	-
Vita dei Pesci:	Tratto del fiume Tevere fino a valle di Umbertide: idoneo ciprinicoli, nessuna criticità. Torrente Soara: idoneo ciprinicoli, nessuna criticità.

c) Criticità: Aree che richiedono specifiche misure di tutela e di risanamento

Aree Sensibili	Intera superficie ricadente nel bacino idrografico del Lago di Alviano, corpo idrico con eccessivo tenore in fosforo apportato dal fiume Tevere. Ne deriva la necessità di abbattere il contributo in fosforo prodotto dal sottobacino.
Zone Vulnerabili da nitrati di origine agricola	ALTA VALLE DEL TEVERE: settore orientale dichiarato zona vulnerabile da nitrati di origine agricola (estensione 2.594 ha) CONCA EUGUBINA: settore di Gubbio dichiarato zona vulnerabile da nitrati di origine agricola (estensione 1.174 ha) MEDIA VALLE DEL TEVERE: parte settentrionale della zona vulnerabile da nitrati di origine agricola della Media Valle del Tevere con estensione di 1.965 ha e con tenori in nitrati sempre > 50 mg/l con massimi > 100 mg/l. VALLE UMBRA: margine della zona vulnerabile da nitrati di origine agricola in destra idrografica del Chiascio di estensione 225 ha
Zone Vulnerabili da prodotti fitosanitari	ALTA VALLE TEVERE: individuata una zona critica con varie positività, in particolare erbicidi acidi MEDIA VALLE TEVERE: individuata una zona critica con varie positività, in particolare erbicidi acidi largamente diffusi in falda con concentrazioni > 0,1 µg/L
Aree di salvaguardia e zone di riserva	Situazione complessa per le captazioni situate nelle zone industriali di Città di Castello.

d) Criticità quantitative della risorsa idrica

Consumi e Prelievi	Possibili problematiche lungo le aste secondarie, in particolare per gli approvvigionamenti irrigui nell'anno mediamente siccitoso. Problematiche legate agli eccessivi prelievi per l'alimentazione dei principali acquedotti nell'eugubino (Raggio, Mocaiana).
Perdite acquedotti	Valore delle perdite in rete elevato (mediamente 40%) con valori ancora più elevati per Umbertide e Gubbio.
Riutilizzo in agricoltura e nell'industria	Nessun sistema di riutilizzo presente.
Bilancio idrico	Attualmente di poco inferiore a quello naturale: a rischio di peggioramento nel breve termine per le derivazioni da Montedoglio verso la Valdichiana ed il lago Trasimeno. La rete irrigua alimentata con le acque di Montedoglio ridurrà i prelievi dal Tevere e dalle falde.
Minimo deflusso vitale (DMV)	L'asta principale del fiume Tevere presenta moderata criticità rispetto alla Q_{ott} e assenza di criticità rispetto alla Q_{60} . Il deflusso è condizionato dai rilasci dell'invaso di Montedoglio, che sono stati cospicui nei mesi estivi del periodo osservato (2-7 m ³ /s tra 2001 e 2004). Gli affluenti invece, che hanno un regime torrentizio, presentano condizioni di deficit per lunghi periodi dell'anno rispetto alla Q_{60} .

e) Criticità in materia di carichi inquinanti e scarichi

Componenti del carico sversato in corpo idrico superficiale	BOD da attività produttive che scaricano direttamente in corpo idrico (29%), dagli scaricatori di piena delle reti fognarie (32%) e dalle reti fognarie prive di depuratore (15%). Azoto da fonti di carico diffuso, agricola (60%) e zootecnica (13%), ma anche dai depuratori (16%). Fosforo da fonte agricola (42%), da depuratori (24%), dagli scaricatori di piena delle reti fognarie (18%)
Reti fognarie	Copertura fognaria: Sistema fognario di tipo misto, serviti da fognatura l'80% degli AE nominali. Criticità legata alla bassa copertura fognaria degli agglomerati di consistenza < 2.000 AE.
Depurazione civile	Copertura depurativa: AE nominali serviti da depurazione pari al 73%. Criticità legata agli agglomerati con consistenza > 2.000 A.E.: Agglomerato Umbertide: AE depurati 79% Agglomerato Perugia zona S. Martino in Campo, Balanzano, P. S. Giovanni, P. Valleceppi, P. Felcino, P. Rio e versante est centro storico (non quantificabile in maniera separata, si riporta il totale dell'agglomerato): AE depurati 86% e agli agglomerati minori dove frequentemente le reti fognarie non sono collegate a impianti di depurazione. Idoneità trattamenti: depuratore Perugia-S. Martino in Campo a servizio di agglomerato con consistenza > 10.000 presenta solo trattamento fino al secondario.
Carichi e scarichi produttivi	Elevato numero di aziende con scarichi in corpo idrico (103). Rischio correlato all'emissione potenziale di alcuni microinquinanti (ritrovati nelle acque sotterranee)

f) Altre criticità

Utilizzazioni agronomiche di letami, reflui e fanghi	Difficoltà di smaltimento dei reflui suinicoli legata alla carenza di superfici autorizzate alla fertirrigazione (Superficie autorizzata alla fertirrigazione 337 ha sup. necessaria 665 ha). Tale carenza aumenterà a seguito dell'applicazione delle norme contenute nella Disciplina per lo smaltimento dei reflui zootecnici
Scaricatori di piena, acque di prima pioggia	Nessun sistema di trattamento presente. Superficie impermeabile 2.514 ha che si stima rilasci un carico di 597 t/anno di BOD₅, 64 t/anno di azoto e 20 t/anno di fosforo. Agglomerati >10.000 AE. Città di Castello: sup. impermeabile 779 ha Umbertide: sup. impermeabile 297 ha; Perugia zona S. Martino in Campo, Balanzano, P. S. Giovanni, P. Valleceppi, P. Felcino, P. Rio e versante est centro storico; Gubbio zona Mocaiana e Raggio
Dighe e derivazioni idriche	Gestione plurima dell'invaso di Montedoglio: la portata di rilascio deve garantire il raggiungimento degli obiettivi di qualità ambientale dei corpi idrici a valle
Aree di pertinenza fluviale e lacuale	Carenti generalmente lungo l'asta del Tevere e dei principali affluenti

1.2.2 Sottobacino Medio Tevere

a) Criticità: raggiungimento/mantenimento Obiettivi di Qualità Ambientale dei corpi idrici significativi

Fiumi e canali	FIUME TEVERE Stato di qualità ambientale sufficiente in tutto il tratto monitorato. Aspetti quantitativi: nessuna criticità evidente, portate di magra comunque ridotte Aspetti qualitativi: forte criticità legata alle eccessive concentrazioni di fosforo totale, in particolare subito a monte del lago di Corbara dove anche tutti gli altri parametri chimico-fisici presentano i valori peggiori, e all'eccessiva fecalizzazione delle acque (elevati valori di <i>Escherichia coli</i>). Le acque a monte dell'invaso risentono inoltre del forte impatto di inquinanti derivanti dalle immissioni dei fiumi Chiascio e Nestore
Laghi e invasi	LAGO DI CORBARA Stato di qualità ambientale: Pessimo Aspetti quantitativi: nessuna criticità, volumi idrici invasati sempre consistenti Aspetti qualitativi: criticità legate alle eccessive concentrazioni di fosforo totale (fino a 810 µg/l), apportato dal fiume Tevere, alla clorofilla "a" (fino a 61 µg/l), correlata alle concentrazione algale, e alla bassa trasparenza.
Corpi idrici sotterranei	ALLUVIONALE MEDIA VALLE TEVERE (porzione ricadente nel sottobacino): Stato di qualità Ambientale: scadente Stato quantitativo: nessuna criticità osservata, scarsa consistenza naturale della risorsa Stato chimico: elevato tenore in nitrati, superiore a 50 mg/l (con massimi > 100 mg/l) a nord di Marsciano; localmente elevati tenori in ioni ammonio, ferro e manganese (probabili cause naturali); presenza diffusa di composti organo alogenati volatili (tetracloroetilene, triclorobenzene) che in alcuni punti superano i limiti di legge; localmente presenza di prodotti fitosanitari e di metalli pesanti CALCAREO MONTI DI NARNI-AMELIA (porzione ricadente nel sottobacino): Stato di qualità Ambientale: non definito, per assenza di monitoraggio ai sensi del D. Lgs 152/99 Stato quantitativo: nessuna criticità conosciuta Stato chimico: assenza di informazioni, per assenza di monitoraggio ai sensi del D. Lgs 152/99, buone caratteristiche idrochimiche generali nell'area della Pasquarella CALCAREO MONTI MARTANI (porzione ricadente nel sottobacino): Stato di qualità Ambientale: non definito, per assenza di monitoraggio ai sensi del D. Lgs 152/99 Stato quantitativo: nessuna criticità osservata Stato chimico: nessuna criticità conosciuta, per assenza di monitoraggio ai sensi del D. Lgs 152/99

b) Criticità: raggiungimento/mantenimento conformità per le acque superficiali a specifica destinazione

Uso potabile:	-
Balneazione:	-
Vita dei Pesci:	-

c) Criticità: Aree che richiedono specifiche misure di tutela e di risanamento

Aree Sensibili	Intera superficie ricadente nel bacino idrografico del Lago di Alviano, corpo idrico con eccessivo tenore in fosforo apportato dal fiume Tevere. Ne deriva la necessità di abbattere il contributo in fosforo prodotto dal sottobacino. Sarebbe opportuno dichiarare il lago di Corbara corpo idrico sensibile per l'elevata concentrazione di fosforo.
Zone Vulnerabili da nitrati di origine agricola	MEDIA VALLE TEVERE: fino all'abitato di Marsciano zona vulnerabile da nitrati di origine agricola (S. Martino in Campo) con tenore in nitrati sempre > 50 mg/l e con massimi > 100 mg/l; estensione 4.579 ha
Zone Vulnerabili da prodotti fitosanitari	MEDIA VALLE TEVERE: individuata una zona critica con varie positività (erbicidi acidi in particolare) largamente diffusi in falda con concentrazioni superiori a 0,1 µg/L
Aree di salvaguardia e zone di riserva	-

d) Criticità quantitative della risorsa idrica

Consumi e Prelievi	Possibili problematiche sulle aste secondarie, in particolare con riferimento agli approvvigionamenti irrigui nell'anno mediamente siccitoso. L'acquifero della media Valle del Tevere non ha elevate potenzialità quantitative.
Perdite acquedotti	Valore delle perdite in rete elevato (mediamente 40%)
Riutilizzo in agricoltura e nell'industria	Nessun sistema di riutilizzo presente
Bilancio idrico	-
Minimo deflusso vitale (DMV)	Lungo l'asta del Tevere non si osservano significative criticità rispetto alla Q_{60} , mentre rispetto alla Q_{ott} è da rilevare un prolungato deficit solo per la stazione di Monte Molino. Il fiume Naia presenta una situazione particolarmente critica alla sezione di chiusura a Todi in cui il deflusso in alveo è sceso sotto il valore della Q_{60} per lunghi periodi dell'anno, raggiungendo la situazione più critica nel 2003.

e) Criticità in materia di carichi inquinanti e scarichi

Componenti del carico sversato in corpo idrico superficiale	BOD da attività produttive che scaricano direttamente in corpo idrico (25%), dagli scaricatori di piena delle reti fognarie del territorio (22%), dalla zootecnia (27%) e dalle reti fognarie prive di depuratore (15%) Azoto da fonti di carico diffuso, agricola (66%) e zootecnica (23%), Fosforo da fonti di carico diffuso: agricola (56%) zootecnica (20%)
Reti fognarie	Copertura fognaria: Sistema fognario di tipo misto, serviti da fognatura il 63% degli AE nominali. Criticità legata alla bassa copertura fognaria di due agglomerati di consistenza > 2.000 Todi (77%) e Todi Pantalla (78%) e molto di più di numerosi agglomerati < 2.000.
Depurazione civile	Copertura depurativa: AE nominali serviti da depurazione pari al 53%. Criticità legata a agglomerati con consistenza > 2.000 A.E.: Agglomerato Deruta-Torgiano-Bettona (porzione): AE depurati 87% Agglomerato Todi: AE depurati 70% Agglomerato Todi-Pantalla: AE depurati 78% E in maggior misura agli agglomerati minori Idoneità trattamenti: Depuratori dell'agglomerato di Todi, con consistenza > 10.000 AE, presentano solo trattamenti fino al secondario. Un impianto dell'agglomerato di Giano, con consistenza 2.000-10.000 AE, presenta solo trattamenti primari. Molti impianti a servizio di piccoli agglomerati presentano solo trattamenti primari
Carichi e scarichi produttivi	47 aziende con scarichi su corpo idrico. Criticità per BOD sversato pari a 258 t/anno. Rischio correlato all'emissione potenziale di alcuni microinquinanti (ritrovati nelle acque sotterranee)

f) Altre criticità

Utilizzazioni agronomiche di letami, reflui e fanghi	La Superficie autorizzata alla fertirrigazione (1.223 ha) è confrontabile con la superficie necessaria (1.305 ha) ma la carenza nascerà a seguito dell'applicazione delle norme contenute nella Disciplina per lo smaltimento dei reflui zootecnici
Scaricatori di piena, acque di prima pioggia	Nessun sistema di trattamento presente. Superficie impermeabile 961 ha che si stima rilasci un carico di 228,4 t/anno di BOD ₅ , 24,6 t/anno di azoto e 7,7 t/anno di fosforo. Agglomerati >10.000 AE. Agglomerato Todi: sup. impermeabile 181 ha Agglomerato Deruta-Torgiano-Bettona (porzione)
Dighe e derivazioni idriche	Deflusso ridotto del Tevere a valle di Corbara. La restituzione della derivazione a scopi idroelettrici infatti avviene nel Basso Tevere In corrispondenza dello sbarramento di Corbara non sono presenti rampe per i pesci, con danni sulla continuità ecologica del Tevere.
Aree di pertinenza fluviale e lacuale	Carenti generalmente lungo l'asta del Tevere e dei principali affluenti

1.2.3 Sottobacino Basso Tevere

a) Criticità: raggiungimento/mantenimento Obiettivi di Qualità Ambientale dei corpi idrici significativi

Fiumi e canali	FIUME TEVERE: Stato di qualità ambientale sufficiente in tutto il tratto monitorato. Aspetti quantitativi: nessuna criticità, portate di magra estiva comunque ridotte Aspetti qualitativi: criticità legata alla eccessiva concentrazione di fosforo totale a valle del lago di Alviano, dove si registra un peggioramento anche del parametro BOD ₅ .
Laghi e invasi	LAGO DI ALVIANO: Stato di qualità ambientale: scadente Aspetti quantitativi: l'interramento del lago di Alviano nella sua porzione centrale non produce effetti idraulici evidenti, maggiore è invece la regimazione indotta da Corbara (regolazione idroelettrica giornaliera e stagionale) Aspetti qualitativi: forte criticità legata alle eccessive concentrazioni di fosforo totale (fino a 180 µg/l), apportato dal fiume Tevere, e alla ridotta trasparenza.
Corpi idrici sotterranei	CALCAREO MONTI DI NARNI-AMELIA (porzione ricadente nel sottobacino): sistema sotterraneo ancora poco conosciuto e monitorato, dotato di grosse potenzialità idriche e di circuiti chimici differenziati Stato di qualità Ambientale: non definito, per assenza di monitoraggio ai sensi del D Lgs 152/99 Stato quantitativo: nessuna criticità conosciuta Stato chimico: assenza di informazioni, per assenza di monitoraggio ai sensi del D Lgs 152/99

b) Criticità: raggiungimento/mantenimento conformità per le acque superficiali a specifica destinazione

Uso potabile	-
Balneazione:	-
Vita dei Pesci:	-

c) Criticità: Aree che richiedono specifiche misure di tutela e di risanamento

Aree Sensibili	Porzione settentrionale ricadente nel bacino idrografico del Lago di Alviano. corpo idrico con eccessivo tenore in fosforo apportato dal fiume Tevere. Ne deriva la necessità di abbattere il contributo in fosforo prodotto a monte del lago. La porzione a valle del Lago dovrebbe essere dichiarata area sensibile, con presa d'atto da parte della regione Umbria della individuazione da parte della Regione Lazio del Lago di Nazzano come corpo idrico sensibile
Zone Vulnerabili da nitrati di origine agricola	-
Zone Vulnerabili da prodotti fitosanitari	-
Aree di salvaguardia e zone di riserva	-

d) Criticità quantitative della risorsa idrica

Consumi e Prelievi	Possibili problematiche sulle aste secondarie, in particolare con riferimento agli approvvigionamenti irrigui nell'anno mediamente siccitoso
Perdite acquedotti	Valore delle perdite in rete elevato (mediamente 40%)
Riutilizzo in agricoltura e nell'industria	Nessun sistema di riutilizzo presente
Bilancio idrico	
Minimo deflusso vitale (DMV)	L'assenza di dati non consente il confronto tra le portate e la Q _{ott} . Il sistema del Basso Tevere tuttavia è fortemente influenzato dalla gestione dei due invasi Corbara e Alviano.

e) Criticità in materia di carichi inquinanti e scarichi

Componenti del carico sversato in corpo idrico superficiale	BOD da zootecnia (30%), da scaricatori di piena delle reti fognarie (21%), e dalle reti fognarie prive di depuratore (17%), importante anche il contributo dei depuratori (13%) e delle eccedenze rispetto alla capacità depurativa (12%) Azoto da fonti di carico diffuso, agricola (76%) e zootecnica (13%), Fosforo da fonte agricola (64%) e zootecnica (12%)
Reti fognarie	Copertura fognaria: Sistema fognario di tipo misto, serviti da fognatura il 68% degli AE nominali. Criticità legata alla bassa copertura fognaria degli agglomerati di consistenza inferiore a 2.000 AE.
Depurazione civile	Copertura depurativa: AE depurati pari al 59% degli AE nominali. Criticità legata agli agglomerati con consistenza < 2.000 Reti fognarie non collegate a impianti di depurazione principalmente legate a piccole frazioni fuori degli agglomerati principali. Idoneità trattamenti: numerosi impianti a servizio di agglomerati < 2.000 AE che presentano solo trattamenti primari
Carichi e scarichi produttivi	-

f) Altre criticità

Utilizzazioni agronomiche di letami, reflui e fanghi	Difficoltà di smaltimento dei reflui suinicoli legata alla carenza di superfici autorizzate alla fertirrigazione (Superficie autorizzata alla fertirrigazione 64 ha superficie necessaria 275 ha). Tale carenza aumenterà a seguito dell'applicazione delle norme contenute nella disciplina per lo smaltimento dei reflui zootecnici
Scaricatori di piena, acque di prima pioggia	Nessun sistema di trattamento presente.
Dighe e derivazioni idriche	Il rilascio idroelettrico di Alviano è praticamente a flusso costante direttamente dal corpo diga. Le portate risentono della regolazione di Corbara. Non sono presenti rampe per i pesci. Gran parte dell'invaso ha una ridotta lama d'acqua.
Aree di pertinenza fluviale e lacuale	Carenti generalmente lungo l'asta del Tevere e dei principali affluenti

1.2.4 Sottobacino Chiascio

a) Criticità: raggiungimento/mantenimento Obiettivi di Qualità Ambientale dei corpi idrici significativi

Fiumi e canali	FIUME CHIASCIO Stato di qualità ambientale: sufficiente in tutto il tratto monitorato. Aspetti quantitativi: dipendenza dalla futura gestione dell'invaso di Valfabbrica Aspetti qualitativi: Parametri critici: eccessiva fecalizzazione delle acque (<i>Escherichia coli</i>), nitrati e COD in tutto il tratto monitorato, fosforo totale e azoto ammoniacale nel tratto di valle. Tratto finale al limite dello stato di qualità scadente. Forte influenza negativa dell'ingresso del sistema Topino-Marroggia
Laghi e invasi	INVASO DI VALFABBRICA: non ancora funzionante, diventerà corpo idrico significativo e a specifica destinazione – uso potabile
Corpi idrici sotterranei	ALLUVIONALE: CONCA EUGUBINA (porzione ricadente nel sottobacino): Stato di Qualità Ambientale: Sufficiente Stato quantitativo: Non si evidenziano criticità (classe B) Stato chimico: Elevato tenore in nitrati (superiore 25 mg/l) e presenza diffusa e persistente di composti organo alogenati volatili (tetracloroetilene) in basse concentrazioni, locale presenza di fitosanitari ALLUVIONALE: VALLE UMBRA: SETTORE DI PETRIGNANO D'ASSISI Stato di Qualità Ambientale: Scadente Stato quantitativo: evidente disequilibrio della falda indotto da eccessivi prelievi uso potabile Stato chimico: diffusa contaminazione sia da nitrati (concentrazioni > 50 mg/l con massimi > 100 mg/l) che da composti organo alogenati volatili (tetracloroetilene, triclorobenzene, 1,1,1 tricloroetano), locale presenza di fitosanitari CARBONATICO: MONTI DI GUBBIO (porzione ricadente nel sottobacino): Stato di Qualità Ambientale: Scadente Stato quantitativo: Condizioni di disequilibrio che non consentono la sostenibilità degli attuali prelievi Stato chimico: nessuna criticità osservata CARBONATICO: MONTE CUCCO Stato di Qualità Ambientale: Elevato Stato quantitativo: nessuna criticità conosciuta; prelievi potabili elevati da emergenze sorgenti rispetto al deflusso naturale. Stato chimico: nessuna criticità conosciuta

b) Criticità: raggiungimento/mantenimento conformità per le acque superficiali a specifica destinazione

Uso potabile:	INVASO DI VALFABBRICA: destinazione prevista; l'invaso non è ancora operante, pertanto non monitorabile
Balneazione:	-
Vita dei Pesci:	-

c) Criticità: Aree che richiedono specifiche misure di tutela e di risanamento

Aree Sensibili	Intera superficie ricadente nel bacino idrografico del Lago di Alviano, corpo idrico con eccessivo tenore in fosforo apportato dal fiume Tevere. Ne deriva la necessità di abbattere il contributo in fosforo prodotto dal sottobacino che contribuisce al carico complessivo del Tevere
Zone Vulnerabili da nitrati di origine agricola	CONCA EUGUBINA (porzione ricadente nel sottobacino): Settore di Gubbio: zona vulnerabile da nitrati di origine agricola di estensione 650 ha VALLE UMBRA (porzione ricadente nel sottobacino): zona vulnerabile da nitrati di origine agricola (che comprende la zona di Petrignano) in destra idrografica del Chiascio di estensione 5.641 ha
Zone Vulnerabili da prodotti fitosanitari	CONCA EUGUBINA (porzione ricadente nel sottobacino): individuate alcune positività VALLE UMBRA (porzione ricadente nel sottobacino): individuata una zona critica con varie positività nelle zone dove le falde sono meno profonde e consistenti
Aree di salvaguardia e zone di riserva	Difficoltà di perimetrazione per quelle degli acquiferi alluvionali

d) Criticità quantitative della risorsa idrica

Consumi e Prelievi	Scarsità di risorsa irrigua superficiale nell'anno mediamente siccitoso, con incremento dei prelievi da acque sotterranee. Fino all'entrata in esercizio dell'invaso di Valfabbrica, l'obbligo del rispetto e dei DMV potrebbe comportare un incremento dei prelievi dalle falde per compensare le minori risorse prelevabili da corsi d'acqua per uso irriguo. Problematiche legate agli eccessivi prelievi per l'alimentazione dell'acquedotto nel Campo pozzi di Petrignano d'Assisi, che determinano disequilibrio della falda (forti depressioni piezometriche), modifica della idrodinamica dell'acquifero e dei rapporti fiume-falda, e conseguente richiamo in falda di inquinanti. Possibile diminuzione della ricarica dell'acquifero da parte del Chiascio in caso di rilasci ridotti dall'invaso di Valfabbrica.
Perdite acquedotti	Valore delle perdite in rete elevato (mediamente 40%) con valori ancora più elevati per Gubbio e Gualdo Tadino.
Riutilizzo in agricoltura e nell'industria	Nessun sistema di riutilizzo presente
Bilancio idrico	-
Minimo deflusso vitale (DMV)	Per l'asta del Chiascio si hanno criticità praticamente assente rispetto alla Q_{60} , e una significativa criticità rispetto alla Q_{ott}

e) Criticità in materia di carichi inquinanti e scarichi

Componenti del carico sversato in corpo idrico superficiale	BOD da scaricatori di piena delle reti fognarie (32%) e dalle eccedenze rispetto alla capacità depurativa dei depuratori (22%) Azoto da fonti di carico diffuso, agricola (45%) e zootecnica (29%), Fosforo da fonte agricola (24%), particolarmente importante, se confrontato con il dato regionale, il contributo dei depuratori (27%) e delle loro eccedenze rispetto alla capacità depurativa (9%).
Reti fognarie	Copertura fognaria: Sistema fognario di tipo misto, AE serviti da fognatura pari all' 83% degli AE nominali Criticità legata alla bassa copertura fognaria degli agglomerati di consistenza inferiore a 2.000 AE.
Depurazione civile	Copertura depurativa: AE nominali serviti da depurazione pari al 79%. Criticità legata agli agglomerati con consistenza minore dove frequentemente le reti fognarie non sono collegate a impianti di depurazione.
Carichi e scarichi produttivi	Rischio potenziale correlato all'emissione di inquinanti

f) Altre criticità

Utilizzazioni agronomiche di letami, reflui e fanghi	Difficoltà di smaltimento dei reflui suinicoli legata alla carenza di superfici autorizzate alla fertirrigazione (Superficie autorizzata alla fertirrigazione 1004 ha sup. necessaria 1400 ha). Tale carenza aumenterà a seguito dell'applicazione delle norme contenute nella Disciplina per lo smaltimento dei reflui zootecnici. Altro problema è la concentrazione di queste aree in uno stesso tratto di Valle Umbra a servizio del depuratore zootecnico.
Scaricatori di piena, acque di prima pioggia	Nessun sistema di trattamento presente. Superficie impermeabile 1.512 ha che si stima rilasci un carico di 360 t/anno di BOD ₅ , 39 t/anno di azoto e 12 t/anno di fosforo. Agglomerati >10.000 A.E.. Assisi-Bastia: sup. impermeabile complessiva 922 ha parzialmente ricadenti nel sottobacino Gubbio escluso zona Mocaiana e Raggio sup. impermeabile 378 ha prevalentemente ricadenti nel sottobacino Fossato di Vico – Gualdo Tadino: sup. impermeabile 272 ha
Dighe e derivazioni idriche	Gestione plurima dell'invaso di Valfabbrica: la portata di rilascio deve garantire il raggiungimento degli obiettivi di qualità ambientale dei corpi idrici a valle
Aree di pertinenza fluviale e lacuale	Carenti generalmente lungo l'asta del Chiascio nelle zone di pianura

a) Criticità: raggiungimento/mantenimento Obiettivi di Qualità Ambientale dei corpi idrici significativi

Fiumi e canali	FIUME TOPINO Stato di qualità ambientale: buono fino a Foligno, sufficiente per il tratto più a valle. Aspetti quantitativi: L'affluente torrente Menotre presenta una scarsa portata nel tratto interessato dalla derivazione idroelettrica Aspetti qualitativi: a valle di Foligno aumento delle concentrazioni di COD e della fecalizzazione delle acque. Evidente peggioramento di molti parametri macrodescrittori, e in particolare fosforo totale, dopo l'ingresso del fiume Timia. Tratto finale al limite dello stato di qualità ambientale scadente. TORRENTE MARROGGIA Stato di qualità ambientale: pessimo. Aspetti quantitativi: dipendenza delle portate dalla gestione dell'invaso di Arezzo. Il corso d'acqua sembra andare in subalveo poco a valle dell'invaso. Forte variabilità stagionale con lunghi periodi di secca nel tratto di scorrimento in Valle Umbra. Aspetti qualitativi: Valori estremamente critici per tutti i parametri macrodescrittori, ad eccezione dell'azoto nitrico. Il dato IBE conferma la criticità. TORRENTE TEVERONE Stato di qualità ambientale: scadente Aspetti quantitativi: Aspetti qualitativi: Valori estremamente critici per tutti i parametri macrodescrittori, in particolare fosforo totale, con le sole eccezioni di BOD₅ e azoto nitrico. FIUME TIMIA Stato di qualità ambientale: sufficiente. Aspetti quantitativi: Aspetti qualitativi: punteggio macrodescrittori al limite del livello scadente. Criticità per il parametro fosforo totale e, in misura minore, azoto ammoniacale e <i>Escherichia Coli</i>.
Laghi e invasi	PALUDE DI COLFIORITO Stato di qualità ambientale: scadente. Aspetti quantitativi: Aspetti qualitativi: criticità per i parametri trasparenza e fosforo totale (fino a 50 µg/l) . INVASO DI AREZZO Stato di qualità ambientale: sufficiente. Aspetti quantitativi: - Aspetti qualitativi: criticità legata al parametro trasparenza.
Corpi idrici sotterranei	ALLUVIONALE: VALLE UMBRA: SETTORI DI ASSISI SPELLO, FOLIGNO, SPOLETO Stato di Qualità Ambientale: Scadente Stato quantitativo: Settore di Spoleto: criticità legata a eccessivi prelievi nell'area di S.Giacomo Stato chimico: diffusa contaminazione sia da nitrati (concentrazioni mediamente più elevate nel settore di Foligno) che da composti organo alogenati volatili (tetracloroetilene, triclorobenzene, 1.1.1 tricloroetano) in tutti e tre i settori; locale presenza di fitosanitari e metalli nel settore di Foligno; elevate concentrazioni di ferro, manganese e ammonio (origine naturale) in vari punti in tutti i settori. ALLUVIONALE: CONFINATO DI CANNARA Stato di Qualità Ambientale: stato particolare naturalmente scadente Stato quantitativo: eccessivi prelievi uso potabile che nell'area nord occidentale (campo pozzi Cannara) ha indotto un forte abbassamento del livello piezometrico anche al di sotto del tetto dell'acquifero (condizioni freatiche, richiamo inquinanti in falda...) Stato chimico: elevate concentrazioni in ferro, manganese e ammonio (stato chimico naturalmente scadente) in gran parte dell'acquifero, presenza lungo il margine orientale e nord orientale di inquinanti quali nitrati composti e organo alogenati volatili (in basse concentrazioni) veicolati dall'alimentazione laterale dell'acquifero freatico CARBONATICO: MONTI DELLE VALLI DEL TOPINO E DEL MENOTRE Stato di qualità Ambientale: buono Stato quantitativo: Area di alimentazione sorgente Acquabianca: criticità legata ad eccessivi prelievi Stato chimico: nessuna criticità osservata CARBONATICO: MONTI MARTANI Stato di qualità Ambientale: assenza di informazioni. Stato quantitativo: nessuna criticità conosciuta Stato chimico: assenza di informazioni, per assenza di monitoraggio ai sensi del D. Lgs. 152/99

b) Criticità: raggiungimento/mantenimento conformità per le acque superficiali a specifica destinazione

Uso potabile:	-
Balneazione:	-
Vita dei Pesci:	FIUME CLITUNNO (fonti) idoneo salmonicoli; criticità legata a elevate concentrazioni di fosforo totale e di nitriti FIUME MENOTRE (tratto sorgenti-Belfiore) idoneo salmonicoli; nessuna criticità qualitativa, scarso deflusso idrico per derivazione

c) Criticità: Aree che richiedono specifiche misure di tutela e di risanamento

Aree Sensibili	Intera superficie ricadente nel bacino idrografico del Lago di Alviano, corpo idrico con eccessivo tenore in fosforo apportato dal fiume Tevere. Ne deriva la necessità di abbattere il contributo in fosforo prodotto dal sottobacino che contribuisce al carico di fosforo del Tevere. Area sensibile di Colfiorito. Area sensibile bacino del Clitunno a monte di Casco dell'Acqua
Zone Vulnerabili da nitrati di origine agricola	VALLE UMBRA Zona vulnerabile Valle Umbra a sud del Fiume Chiascio, individuata tra gli abitati di Assisi e Spoleto, estensione 20.438 ha.
Zone Vulnerabili da prodotti fitosanitari	VALLE UMBRA: individuate due zone critiche con varie positività, erbicidi acidi in particolare largamente diffusi in falda con concentrazioni superiori a 0,1 µg/l
Aree di salvaguardia e zone di riserva	Difficoltà di perimetrazione nelle aree di pianura (insediamenti civili e produttivi)

d) Criticità quantitative della risorsa idrica

Consumi e Prelievi	Scarsità di risorsa irrigua in particolare nell'anno mediamente siccitoso, con forte incremento dei prelievi di acque sotterranee e comunque significative residue sofferenze alle colture. L'applicazione dei DMV potrebbe comportare un significativo incremento dei prelievi dalle falde per compensare le minori risorse disponibili per gli usi irrigui, almeno fino alla entrata in esercizio dell'invaso di Valfabbrica.
Perdite acquedotti	Valore delle perdite in rete elevato (mediamente 40%)
Riutilizzo in agricoltura e nell'industria	Nessun sistema di riutilizzo presente
Bilancio idrico	-
Minimo deflusso vitale (DMV)	Per l'asta del Topino si ha criticità praticamente assente rispetto alla Q_{60} , ad eccezione della stazione idrometrica di Bevagna. Per l'asta del Timia-Marroggia si osserva una elevata criticità già per la Q_{60} alla sezione di Azzano, mentre alla sezione di chiusura non si rilevano deficit significativi neppure per la Q_{ott} , probabilmente per effetto dell'apporto del Clitunno. Per il Menotre si ha criticità locale legata alle derivazioni uso idroelettrico

e) Criticità in materia di carichi inquinanti e scarichi

Componenti del carico sversato in corpo idrico superficiale	BOD da scaricatori di piena delle reti fognarie (26%) e dalle eccedenze rispetto alla capacità depurativa (24%) Azoto da fonti di carico diffuso, agricola (65%) e zootecnica (11%), dai depuratori (13%) e dalle eccedenze rispetto alla capacità depurativa (5%) Fosforo da fonti di carico diffuso, agricola (48%), dai depuratori (17%), dalle eccedenze rispetto alla capacità depurativa (11%) e dagli scaricatori di piena delle reti fognarie (15%)
Reti fognarie	Copertura fognaria: Sistema fognario di tipo misto, AE serviti da fognatura pari all' 79% degli AE nominali Criticità legata alla bassa copertura fognaria di un agglomerato di consistenza > 2.000 Bevagna (67%) e di numerosi agglomerati < 2.000.
Depurazione civile	Copertura depurativa: AE nominali serviti da depurazione pari al 77%. Criticità legata a agglomerati con consistenza > 2.000 AE. Bevagna: AE depurati 67% Criticità legata agli agglomerati con consistenza minore dove frequentemente le reti fognarie non sono collegate a impianti di depurazione. Idoneità trattamenti: tre impianti a servizio di agglomerati > 10.000 AE presentano solo trattamenti fino al secondario. Sette impianti a servizio di agglomerati > 2.000 AE presentano solo trattamenti primari. Numerosi impianti a servizio di agglomerati < 2.000 AE che presentano solo trattamenti primari.
Carichi e scarichi produttivi	97 aziende con scarichi su corpo idrico. Rischio correlato all'emissione potenziale di alcuni microinquinanti

f) Altre criticità

Utilizzazioni agronomiche di letami, reflui e fanghi	Difficoltà di smaltimento dei reflui suinicoli legata alla carenza di superfici autorizzate alla fertirrigazione (Superficie autorizzata alla fertirrigazione 593 ha sup. necessaria >1500 ha). Tale carenza aumenterà a seguito dell'applicazione delle norme contenute nella Disciplina per lo smaltimento dei reflui zootecnici.
Scaricatori di piena, acque di prima pioggia	Nessun sistema di trattamento presente. Superficie impermeabile 2.378 ha che si stima rilasci un carico di 566 t/anno di BOD₅, 61 t/anno di azoto e 19 t/anno di fosforo. Agglomerati >10.000 AE. Assisi-Bastia: sup. impermeabile complessiva 922 ha parzialmente ricadenti nel sottobacino Foligno-Spello: sup. impermeabile 787 ha Spoletto: sup. impermeabile 454 ha Trevi: sup. impermeabile 184 ha
Dighe e derivazioni idriche	Gestione dell'invaso di Arezzo (usi irrigui): la portata di rilascio deve garantire il raggiungimento degli obiettivi di qualità ambientale dei corpi idrici a valle. Derivazione Topino a monte Foligno, rete irrigua per scorrimento sulla conoide; scarsa efficienza e impatto sulla rete fognaria urbana (carico idraulico).
Aree di pertinenza fluviale e lacuale	Carenti generalmente, molti tratti di pianura dei corsi d'acqua presentano argini e un tracciato profondamente modificato rispetto a quello naturale

1.2.6 Sottobacino Trasimeno

a) Criticità: raggiungimento/mantenimento Obiettivi di Qualità Ambientale dei corpi idrici significativi

Fiumi e canali	nel bacino non sono compresi corsi d'acqua significativi
Laghi e invasi	LAGO TRASIMENO: Stato di qualità ambientale: scadente. Aspetti quantitativi: forte criticità legata al livello del lago costantemente al di sotto dello zero idrometrico nell'ultimo ventennio. Aspetti qualitativi: criticità legata al parametro trasparenza (legata alle caratteristiche naturali del lago) e alla concentrazione in clorofilla a.
Corpi idrici sotterranei	nel bacino non sono compresi corpi idrici sotterranei significativi

b) Criticità: raggiungimento/mantenimento conformità per le acque superficiali a specifica destinazione

Uso potabile:	LAGO TRASIMENO: Classificazione sub A3, criticità legate a temperatura, conducibilità, cloruri e solidi sospesi. Con la realizzazione del nuovo acquedotto (interconnessione con il sistema acquedottistico perugino) tale uso è stato sospeso.
Balneazione:	Le quindici spiagge individuate sono tutte idonee alla balneazione. Deroghe annuali per ossigeno disciolto, pH e trasparenza. Programmi di sorveglianza supplementari per il controllo dell'eutrofizzazione e per il controllo dei sedimenti.
Vita dei Pesci:	Necessità di estendere la classificazione.

c) Criticità: Aree che richiedono specifiche misure di tutela e di risanamento

Aree Sensibili	L'intera superficie del bacino idrografico (naturale e artificiale) è dichiarata area sensibile . Necessità di abbattimento del fosforo (riduzione fenomeni di trasporto diffuso e per ruscellamento, riduzione carichi da depuratori)
Zone Vulnerabili da nitrati di origine agricola	Zona vulnerabile Lago Trasimeno (comprende la zona omonima già dichiarata), estensione 37.645 nel sottobacino Il tenore in nitrati delle acque sotterranee, supera i 50 mg/l solo nella zona di Castiglione del lago.
Zone Vulnerabili da prodotti fitosanitari	Il bacino idrografico del Lago è individuato come zona vulnerabile ed i riscontri hanno evidenziato tale vulnerabilità sul reticolo idrografico superficiale. Terbutilazina e Metolachlor le principali sostanze rinvenute.
Aree di salvaguardia e zone di riserva	-

d) Criticità quantitative della risorsa idrica

Consumi e Prelievi	I prelievi sono da ritenersi non sostenibili, in particolare nell'anno mediamente siccitoso, in relazione ai maggiori utilizzi irrigui e ai minori afflussi al lago.
Perdite acquedotti	Valore delle perdite in rete elevato (mediamente 40%)
Riutilizzo in agricoltura e nell'industria	Nessun sistema di riutilizzo presente.
Bilancio idrico	Il bilancio naturale del lago rispetto allo zero è in equilibrio nelle annate non siccitose. I prelievi antropici determinano lo squilibrio attuale. Con l'arrivo di acque per l'uso irriguo dall'invaso di Montedoglio la situazione dovrebbe stabilizzarsi.
Minimo deflusso vitale (DMV)	-

e) Criticità in materia di carichi inquinanti e scarichi

Componenti del carico sversato in corpo idrico superficiale	BOD da scaricatori di piena delle reti fognarie (37%), da zootecnia (32%), da attività produttive che recapitano in corpo idrico (19%) Azoto da fonti di carico diffuso, agricola (50%) e zootecnica (41%) Fosforo da fonte agricola (32%) , zootecnica (36%) e dagli scaricatori di piena delle reti fognarie (19%)
Reti fognarie	Copertura fognaria: Sistema fognario di tipo misto, AE serviti da fognatura pari all' 79% degli AE nominali Criticità legata alla bassa copertura fognaria di numerosi agglomerati inferiori a 2.000.
Depurazione civile	Copertura depurativa: AE nominali serviti da depurazione pari al 76%. Criticità legata ad agglomerati con consistenza maggiore a 2.000 AE. Città della Pieve: AE depurati 59% Criticità legata agli agglomerati con consistenza minore dove frequentemente le reti fognarie non sono collegate a impianti di depurazione.
Carichi e scarichi produttivi	31 aziende con scarichi su corpo idrico, criticità per BOD sversato pari a 88.3 t/anno. Rischio correlato all'emissione potenziale di alcuni microinquinanti.

f) Altre criticità

Utilizzazioni agronomiche di letami, reflui e fanghi	Superficie autorizzata alla fertirrigazione (1.281 ha) sufficiente a ricevere i reflui suinicoli prodotti (sup. necessaria 1.016 ha), nel 1997 erano autorizzati più di 2.600 ha. Eventuale criticità a seguito dell'applicazione delle norme contenute nella Disciplina per lo smaltimento dei reflui zootecnici
Scaricatori di piena, acque di prima pioggia	Nessun sistema di trattamento presente.
Dighe e derivazioni idriche	-
Aree di pertinenza fluviale e lacuale	Carenti generalmente lungo i corsi d'acqua ed anche lungo il perimetro lacuale.

1.2.7 Sottobacino Nestore

a) Criticità: raggiungimento/mantenimento Obiettivi di Qualità Ambientale dei corpi idrici significativi

Fiumi e canali	FIUME NESTORE: Stato di qualità ambientale: scadente. Aspetti quantitativi: forte variabilità stagionale delle portate, con minimi anche prossimi allo zero e picchi elevati. Frequenti fenomeni di esondazione nel tratto medio. Aspetti qualitativi: forte criticità per tutti i parametri macrodescrittori nel tratto monitorato, ad eccezione di ossigeno disciolto e nitrati. Elevatissime le concentrazioni di fosforo totale, COD ed <i>Escherichia coli</i> , elevate quelle di BOD ₅ e azoto ammoniacale.
Laghi e invasi	-
Corpi idrici sotterranei	ALLUVIONALE MEDIA VALLE DEL TEVERE (porzione ricadente nel sottobacino): Stato di qualità Ambientale: scadente Stato quantitativo: nessuna criticità osservata Stato chimico: presenza di composti organo alogenati volatili (tetracloroetilene, tricloroetilene); localmente presenza di prodotti fitosanitari.

b) Criticità: raggiungimento/mantenimento conformità per le acque superficiali a specifica destinazione

Uso potabile:	-
Balneazione:	-
Vita dei Pesci:	-

c) Criticità: Aree che richiedono specifiche misure di tutela e di risanamento

Aree Sensibili	Intera superficie ricadente nel bacino idrografico del Lago di Alviano, corpo idrico con eccessivo tenore in fosforo apportato dal fiume Tevere. Ne deriva la necessità di abbattere il contributo in fosforo prodotto dal sottobacino
Zone Vulnerabili da nitrati di origine agricola	MEDIA VALLE TEVERE: zona vulnerabile S. Martino in Campo (comprende la zona omonima già dichiarata), estensione 660 ha; tenore in nitrati oltre 100 mg/l.
Zone Vulnerabili da prodotti fitosanitari	MEDIA VALLE TEVERE: individuata una zona critica con varie positività, erbicidi acidi in particolare largamente diffusi in falda con concentrazioni > 0,1 µg/l.
Aree di salvaguardia e zone di riserva	-

d) Criticità quantitative della risorsa idrica

Consumi e Prelievi	Scarsità di risorsa irrigua nell'anno mediamente siccitoso, con incremento dei prelievi di acque sotterranee e comunque apprezzabili residue sofferenze alle colture. L'applicazione dei DMV potrebbe comportare un significativo incremento dei prelievi dalle falde per compensare le minori risorse disponibili per gli usi irrigui.
Perdite acquedotti	Valore delle perdite in rete elevato (mediamente 40%).
Riutilizzo in agricoltura e nell'industria	Nessun sistema di riutilizzo presente
Bilancio idrico	-
Minimo deflusso vitale (DMV)	Si evidenziano forti condizioni di criticità anche rispetto alla Q ₆₀ , legate alla scarsa disponibilità della risorsa in alveo con deficit molto prolungati in tutti gli anni considerati.

e) Criticità in materia di carichi inquinanti e scarichi

Componenti del carico sversato in corpo idrico superficiale	BOD da scaricatori di piena delle reti fognarie (26%), da reti non depurate (23%, maggiore del dato medio regionale) e da attività produttive che recapitano in corpo idrico (36%). Azoto da fonti di carico diffuso, agricola (63%), da fonti puntuali quali depuratori (13%) e da reti non depurate (8%). Fosforo da fonte agricola (37%), da scaricatori di piena delle reti fognarie (18%); importante, se confrontato con il dato regionale, il contributo dei depuratori (25%) e delle reti non depurate (13%).
Reti fognarie	Copertura fognaria: Sistema fognario di tipo misto, AE serviti da fognatura pari all' 86% degli AE nominali Criticità legata alla bassa copertura fognaria di numerosi agglomerati inferiori a 2.000.
Depurazione civile	Copertura depurativa: AE nominali serviti da depurazione pari al 74%. Criticità legata agli agglomerati con consistenza minore dove frequentemente le reti fognarie non sono collegate a impianti di depurazione Idoneità trattamenti: Un impianto a servizio di un agglomerato con consistenza > 10.000 presenta trattamenti fino al secondario.
Carichi e scarichi produttivi	90 aziende con scarichi su corpo idrico, criticità per BOD sversato pari a 739.9 t/anno. Rischio correlato all'emissione potenziale di alcuni microinquinanti.

f) Altre criticità

Utilizzazioni agronomiche di letami, reflui e fanghi	Superficie autorizzata alla fertirrigazione (1.801 ha) sufficiente a ricevere i reflui suinicoli prodotti (sup. necessaria 1.500 ha), nel 1997 erano autorizzati 2.400 ha. Possibile carenza a seguito dell'applicazione delle norme contenute nella Disciplina per lo smaltimento dei reflui zootecnici Problema legato alla concentrazione di queste aree a servizio del depuratore zootecnico.
Scaricatori di piena, acque di prima pioggia	Nessun sistema di trattamento presente. Superficie impermeabile 2.199 ha che si stima rilasci un carico di 522 t/anno di BOD₅, 56 t/anno di azoto e 18 t/anno di fosforo. Agglomerati >10.000 AE. Perugia escluso zona S. Martino in Campo, Balanzano, P. S. Giovanni, P. Valleceppi, P. Felcino, P. Rio e versante est centro storico (non quantificabile in maniera separata, si riporta il totale dell'agglomerato): sup. impermeabile 2644 ha, si stima rilasci un carico corrispondente a 28.681 AE.
Dighe e derivazioni idriche	-
Aree di pertinenza fluviale e lacuale	Carenti generalmente lungo l'asta del Nestore nelle zone di pianura.

1.2.8 Sottobacino Paglia-Chiani

a) Criticità: raggiungimento/mantenimento Obiettivi di Qualità Ambientale dei corpi idrici significativi

Fiumi e canali	FIUME PAGLIA: Stato di qualità ambientale: sufficiente Aspetti quantitativi: Aspetti qualitativi: media criticità legata ai parametri COD, azoto ammoniacale e azoto nitrico nel tratto iniziale. Peggioramento dei parametri macrodescrittori nel tratto più a valle, dove diviene elevato il contenuto in BOD ₅ ed elevatissimo l' <i>Escherichia Coli</i> . FIUME CHIANI: Stato di qualità ambientale: sufficiente Aspetti quantitativi: Marcata variabilità delle portate Aspetti qualitativi: criticità legata al dato IBE
Laghi e invasi	-
Corpi idrici sotterranei	VULCANICO VULSINO (porzione umbra): Stato di qualità Ambientale: Settore orientale a sud di Orvieto stato particolare, settore centrale e occidentale stato buono Stato quantitativo: nessuna criticità osservata Stato chimico: Settore orientale a sud di Orvieto: presenza di ferro in concentrazioni elevate (origine naturale), presenza diffusa di arsenico in concentrazioni talvolta superiori ai limiti del decreto (origine naturale), concentrazioni talvolta elevate in fluoruri (origine naturale), presenza di composti organo alogenati volatili in basse concentrazioni (tetracloroetilene). CALCAREO: MONTI NARNI-AMELIA (porzione ricadente nel sottobacino): Stato di qualità Ambientale: non monitorato ai sensi del D. Lgs. 152/99, da Definire Stato quantitativo: non valutato, esistono due ambiti ove si concentrano prelievi potabili Stato chimico: non valutato, le acque potabili sono di buona qualità

b) Criticità: raggiungimento/mantenimento conformità per le acque superficiali a specifica destinazione

Uso potabile:	-
Balneazione:	-
Vita dei Pesci:	FOSSO DELL'ELMO E FOSSO MIGLIARI: nessuna criticità rilevata

c) Criticità: Aree che richiedono specifiche misure di tutela e di risanamento

Aree Sensibili	Intera superficie ricadente nel bacino idrografico del Lago di Alviano, corpo idrico con eccessivo tenore in fosforo apportato dal fiume Tevere. Ne deriva la necessità di abbattere il contributo in fosforo prodotto dal sottobacino.
Zone Vulnerabili da nitrati di origine agricola	-
Zone Vulnerabili da prodotti fitosanitari	-
Aree di salvaguardia e zone di riserva	-

d) Criticità quantitative della risorsa idrica

Consumi e Prelievi	Scarsità di risorsa irrigua nell'anno mediamente siccitoso, con incremento dei prelievi di acque sotterranee. L'applicazione dei DMV potrebbe comportare un significativo incremento dei prelievi dalle falde per compensare le minori risorse disponibili per gli usi irrigui.
Perdite acquedotti	Valore delle perdite in rete elevato (mediamente 40%).
Riutilizzo in agricoltura e nell'industria	Nessun sistema di riutilizzo presente.
Bilancio idrico	-
Minimo deflusso vitale (DMV)	Si evidenziano evidenze forti condizioni di criticità anche rispetto alla Q ₆₀ , sia per il Paglia che per il Chiani, legate alla scarsa disponibilità della risorsa in alveo. Il torrente Chiani, in particolare, presenta deficit molto prolungati in tutti gli anni considerati.

e) Criticità in materia di carichi inquinanti e scarichi

Componenti del carico sversato in corpo idrico superficiale	BOD da scaricatori di piena delle reti fognarie (30%), da reti non depurate (11%), da attività produttive che recapitano in corpo idrico (20%), da zootecnia (17%) e da depuratori (18%). Azoto da fonti di carico diffuso, agricola (65%), zootecnica (24%). Fosforo da fonte agricola (67%), zootecnica (10%) e da depuratori (10%).
Reti fognarie	Copertura fognaria: Sistema fognario di tipo misto, AE serviti da fognatura pari al 72% degli AE nominali. Criticità legata ad agglomerati con consistenza maggiore a 2.000 AE. Allerona: AE serviti 78% Criticità legata alla bassa copertura fognaria di numerosi agglomerati inferiori a 2.000.
Depurazione civile	Copertura depurativa: AE nominali serviti da depurazione pari al 67%. Criticità legata ad agglomerati con consistenza >2.000 AE. Allerona: AE depurati 78% Criticità legata agli agglomerati con consistenza minore dove frequentemente le reti fognarie non sono collegate a impianti di depurazione. Pochi i controlli anche sui grandi impianti. Mancano informazioni sugli ingressi e conoscenze più dettagliate anche sugli impianti > 2000 AE. Idoneità trattamenti: 5 impianti presenti nel sottobacino recapitano i loro reflui su suolo.
Carichi e scarichi produttivi	23 aziende con scarichi su corpo idrico, criticità per BOD sversato pari a 94 t/anno. Rischio correlato all'emissione potenziale di alcuni microinquinanti.

f) Altre criticità

Utilizzazioni agronomiche di letami, reflui e fanghi	-
Scaricatori di piena, acque di prima pioggia	Nessun sistema di trattamento presente.
Dighe e derivazioni idriche	-
Aree di pertinenza fluviale e lacuale	Carenti generalmente lungo l'asta del Paglia e del Chiani nelle zone di pianura.

a) Criticità: raggiungimento/mantenimento Obiettivi di Qualità Ambientale dei corpi idrici significativi

Fiumi e canali	FIUME NERA: Stato di qualità ambientale: buono fino alla confluenza del fiume Velino, sufficiente nel tratto a valle. Aspetti quantitativi: il fiume è oggetto di derivazioni ad uso idroelettrico di gran parte della portata con restituzione in altro corpo idrico (criticità per l'intero corso) o molto lontane dal prelievo (criticità per tratti di corso). Aspetti qualitativi: nel tratto a valle di Terni peggioramento della maggior parte dei parametri macrodescrittori, ad eccezione di nitrati e fosforo totale. In particolare forte criticità per ossigeno disciolto. FIUME CORNO: Stato di qualità ambientale: sufficiente. Aspetti quantitativi: forte variabilità naturale della portata con prolungate secche estive fino alla confluenza con il Sordo. Presenza della derivazione del Canale Medio Nera (Loc. Biselli). Aspetti qualitativi: media criticità per il parametro ossigeno disciolto; concentrazioni piuttosto elevate di BOD₅ e azoto ammoniacale. FIUME VELINO: Stato di qualità ambientale: non determinato. Aspetti quantitativi: Aspetti qualitativi: media criticità legata ai parametri ossigeno disciolto, azoto ammoniacale ed <i>Escherichia coli</i>. CANALE MEDIO NERA: Stato di qualità ambientale: non determinato Aspetti quantitativi: Aspetti qualitativi: criticità conoscitiva legata alla non possibilità di campionamento per la determinazione dell'IBE. CANALE RECENTINO: Stato di qualità ambientale: non determinato. Aspetti quantitativi: Aspetti qualitativi: criticità conoscitiva legata alla non possibilità di campionamento per la determinazione dell'IBE.
Laghi e invasi	LAGO DI PIEDILUCO: Stato di qualità ambientale: sufficiente. Aspetti quantitativi: forte condizionamento dovuto alla regolazione artificiale per scopi idroelettrici che comporta continue oscillazioni del livello del lago. Aspetti qualitativi: criticità legata ai bassi valori del parametro trasparenza INVASO DELL'AIA: Stato di qualità ambientale: non determinato. Aspetti quantitativi: Aspetti qualitativi: INVASO DI S. LIBERATO Stato di qualità ambientale: non determinato. Aspetti quantitativi: Aspetti qualitativi:

Corpi idrici sotterranei	ALLUVIONALE: CONCA TERNANA Stato di qualità ambientale: buono nel settore alluvionale della Conca, scadente nel settore della fascia pedemontana dei Martani. Stato quantitativo: nessuna criticità osservata nel settore alluvionale della Conca per l'interscambio con il fiume Nera, criticità legata ad eccessivi prelievi rispetto alla consistenza della falda nel settore della fascia pedemontana dei Martani. Stato chimico: nel settore alluvionale della conca, elemento di grande criticità, che potrebbe portare ad un rapido deterioramento della qualità delle acque, è la contaminazione da microinquinanti di origine industriale (composti organo alogenati volatili e metalli) già evidente nelle porzioni più distanti dal fiume. Nel settore della fascia pedemontana dei Martani: contaminazione sia da nitrati (concentrazioni > 25 mg/l in alcuni casi > 50 mg/l) sia da composti organo alogenati volatili. CARBONATICO: MONTI DELLE VALNERINA Stato di qualità Ambientale: elevato Stato quantitativo: area di alimentazione sorgente Pacce: criticità legata a eccessivi prelievi Stato chimico: nessuna criticità osservata. CARBONATICO: MONTI DI NARNI E D'AMELIA Stato di qualità Ambientale: non definito. Stato quantitativo: nessuna criticità osservata. Stato chimico: In base a studi pregressi la falda di base dell'idrostruttura è caratterizzata da qualità delle acque naturalmente scadente per eccessiva mineralizzazione (sorgenti Stifone). CARBONATICO: MONTI MARTANI Stato di qualità Ambientale: non definito Stato quantitativo: nessuna criticità conosciuta Stato chimico: non monitorato
-----------------------------	--

b) Criticità: raggiungimento/mantenimento conformità per le acque superficiali a specifica destinazione

Uso potabile:	-
Balneazione:	LAGO DI PIEDILUCO: Le sette spiagge individuate risultano non idonee alla balneazione; criticità legata a ossigeno disciolto e parametri microbiologici. LAGO CHICO MENDES: Le due spiagge individuate sono idonee alla balneazione; nessuna criticità.
Vita dei Pesci:	FIUME NERA (CONFINE REGIONALE – FERENTILLO): idoneo salmonicoli, criticità legata alle elevate concentrazioni di fosforo totale vicine ai valori guida per le acque ciprinicole FIUME CORNO (ROCCAPORENA-CASCIA): idoneo salmonicoli, nessuna criticità FIUME CORNO (NORTOSCE-CONFLUENZA): idoneo salmonicoli, criticità legata alle elevate concentrazioni di fosforo totale nel 50% dei casi superiore anche ai valori guida per le acque ciprinicole. FIUME SORDO (SORGENTI-MO.LUCCI): idoneo salmonicoli, nessuna criticità FIUME SORDO (VILLA DI SERRAVALLE-CONFLUENZA): idoneo salmonicoli criticità legata alle elevate concentrazioni di fosforo totale vicine ai valori guida per le acque ciprinicole FIUME VIGI: idoneo salmonicoli, nessuna criticità TORRENTE ARGENTINA: idoneo salmonicoli, nessuna criticità TORRENTE CASTELLONE: idoneo salmonicoli, nessuna criticità

c) Criticità: Aree che richiedono specifiche misure di tutela e di risanamento

Aree Sensibili	Tratto del fiume Nera dalle sorgenti fino a Scheggino dichiarato corpo idrico sensibile ed il relativo bacino idrografico area sensibile. Lago di Piediluco dichiarato corpo idrico sensibile ed il relativo bacino idrografico (naturale e artificiale) area sensibile. Necessità di abbattere il carico di fosforo prodotto in queste aree.
Zone Vulnerabili da nitrati di origine agricola	-
Zone Vulnerabili da prodotti fitosanitari	-
Aree di salvaguardia e zone di riserva	-

d) Criticità quantitative della risorsa idrica

Consumi e Prelievi	-
Perdite acquedotti	Valore delle perdite in rete elevato (mediamente 40%) con valori ancora più elevati per i Comuni della Valnerina
Riutilizzo in agricoltura e nell'industria	Nessun sistema di riutilizzo presente
Bilancio idrico	-
Minimo deflusso vitale (DMV)	Condizioni di deficit rispetto alla Q_{ott} solo per la stazione di Vallo di Nera

e) Criticità in materia di carichi inquinanti e scarichi

Componenti del carico sversato in corpo idrico superficiale	BOD da scaricatori di piena delle reti fognarie (25%), da attività produttive che recapitano in corpo idrico (35%), dai depuratori (18%). Azoto da fonti di carico diffuso, agricola (56%) e da fonti puntuali quali depuratori (24%) e attività produttive che recapitano in corpo idrico (8%). Fosforo da fonte agricola (36%); importante, se confrontato con il dato regionale, il contributo dei depuratori (26%) e delle attività produttive che recapitano in corpo idrico (14%)
Reti fognarie	Copertura fognaria: Sistema fognario di tipo misto, AE serviti da fognatura pari all' 84% degli AE nominali Criticità legata alla bassa copertura fognaria di un agglomerato di consistenza > 2.000 Stroncone (57%) e di numerosi agglomerati inferiori a 2.000.
Depurazione civile	Copertura depurativa: AE nominali serviti da depurazione pari all'83%. Criticità legata a agglomerati con consistenza > 2.000 AE. Arrone: AE depurati 82% San Gemini: AE depurati 83% Stroncone: AE depurati 57% Criticità legata agli agglomerati con consistenza minore dove frequentemente le reti fognarie non sono collegate a impianti di depurazione. Idoneità trattamenti: impianti a servizio di agglomerati > 2.000 AE presentano solo trattamenti primari. Numerosi impianti a servizio di agglomerati < 2.000 AE presentano solo trattamenti primari. Dieci impianti presenti nel sottobacino recapitano i loro reflui su suolo.
Carichi e scarichi produttivi	90 aziende con scarichi su corpo idrico, criticità per BOD sversato pari a 436.3 t/anno, per azoto pari a 80.6 t/anno e per fosforo pari a 9.7 t/a. Rischio correlato all'emissione potenziale di alcuni microinquinanti, rilevati nelle acque sotterranee. Presenza di impianti per tricoltura anche di elevata consistenza e con grosse concentrazioni idriche. Criticità per solidi sospesi rilasciati.

f) Altre criticità

Utilizzazioni agronomiche di letami, reflui e fanghi	
Scaricatori di piena, acque di prima pioggia	Nessun sistema di trattamento presente. Superficie impermeabile 2.199 ha che si stima rilasci un carico di 542 t/anno di BOD5, 58 t/anno di azoto e 18 t/anno di fosforo. Agglomerati >10.000 AE. Terni: sup. impermeabile 1.347 ha Narni: sup. impermeabile 246 ha
Dighe e derivazioni idriche	Consistenti opere di derivazione idroelettrica sull'alto Nera (20 m ³ /s derivati) e intorno alla città di Terni (tutta la portata), con fiume, laghi e invasi condizionati dal regime di gestione idroelettrica
Aree di pertinenza fluviale e lacuale	Carenti generalmente lungo l'asta del Nera nelle zone di pianura

2 BACINO DEL FIUME ARNO

2.1 Obiettivi

L'unico corpo idrico significativo collegato al territorio umbro è rappresentato dal Lago di Chiusi, dichiarato area sensibile dalla Regione Toscana a causa dell'ingente apporto di fosforo e azoto proveniente dal bacino drenante.

Il bacino è peraltro sottoposto ad una serie di vincoli e misure fissati dal Piano Stralcio dell'Autorità di Bacino del fiume Arno.

Il Piano di Tutela delle Acque della Regione Toscana, approvato in data 22 dicembre 2003, fissa i seguenti obiettivi di qualità:

Tab. 221 - Obiettivi di qualità per i corpi idrici superficiali

Corpo Idrico	Stato ambientale attuale	Stato ambientale, Obiettivo 2008	Stato ambientale, Obiettivo 2016
Lago di Chiusi	Pessimo	Sufficiente	Buono

Fonte: ARPA Umbria

2.2 Criticità

La parte umbra del bacino scolante del fiume Arno è di soli 81 km², di cui 49 ricadenti nel bacino idrografico del Lago di Chiusi.

Nel territorio sono presenti scarichi di origine civile, zootecnica (specie suinicoli) e industriale (industria saccarifera e di distillazione). Le fonti di carico prevalenti sono comunque legate all'agricoltura ed alla zootecnia.

La carenza di zone vegetate di filtro e la canalizzazione delle acque superficiali favoriscono l'arrivo di nutrienti solidi in sospensione al lago.

3 TERRITORI AFFERENTI AL MAR ADRIATICO

3.1 Obiettivi

All'interno della porzione umbra dei bacini marchigiani non ricadono corpi idrici superficiali significativi. Tuttavia occorre tenere in considerazione quanto stabilito dalla Regione Marche all'interno del Piano di Tutela delle Acque, approvato in data 29 febbraio 2000, in relazione agli obiettivi di qualità per i corpi idrici illustrati nella tabella seguente (la classificazione considerata è quella relativa al tratto di monte del corso d'acqua, ovvero alla porzione che interessa più direttamente la Regione Umbria):

Tab. 222 - Obiettivi di qualità per i corsi d'acqua superficiali

Corpo Idrico	Stato ambientale attuale	Stato ambientale, Obiettivo 2008	Stato ambientale, Obiettivo 2016
Fiume Chienti	Elevato/Buono	Buono	Buono (mantenimento)
Fiume Metauro	Buono	Buono	Buono (mantenimento)
Fiume Esino	Sufficiente/Scadente	Sufficiente	Buono
Fiume Potenza	Elevato/Buono	Buono	Buono (mantenimento)

Fonte: ARPA Umbria

In tutti questi territori sono, invece, localizzate parti di corpi idrici sotterranei significativi, per i quali sono definiti i seguenti obiettivi di qualità:

Tab. 223 - Obiettivi di qualità per i corpi idrici sotterranei

Corpo Idrico	Stato ambientale attuale	Stato ambientale, Obiettivo 2016
Acquifero carbonatico Monte Cucco	Elevato	Elevato (mantenimento)
Acquifero carbonatico Monti delle Valli del Topino e del Menotre	Buono	Buono (mantenimento)

Fonte: ARPA Umbria

Tab. 224 - Obiettivi di qualità per le acque superficiali a specifica destinazione funzionale - vita dei pesci

Corso d'acqua	Destinazione funzionale	Classificazione	Stato ambientale, Obiettivo 2016 Art.4 D.Lgs 152/99
Sentino	Salmonicolo	Conforme	Idoneità (mantenimento)

Fonte: ARPA Umbria

3.2 Criticità

Le porzioni umbre dei sottobacini marchigiani sono estremamente ridotte e di conseguenza i carichi sversati sono in valore assoluto molto bassi.

Per quanto concerne le risorse idriche sotterranee, gli acquiferi carbonatici non soffrono di particolari problemi e, finora, anche i prelievi a fini potabili non costituiscono elemento rilevante, se si eccettua la sorgente di Capodacqua di Nocera il cui sfruttamento determina una riduzione della circolazione idrica sul reticolo superficiale.

In fase di pianificazione occorre comunque porre attenzione al fatto che tali acquiferi si estendono oltre i limiti idrografici ed amministrativi, pertanto la loro gestione necessita di un approccio integrato tra tutti i soggetti competenti.

4 INDIVIDUAZIONE DEI POSSIBILI INTERVENTI

Sulla base dell'analisi condotta e delle considerazioni svolte, emerge la necessità di pianificare gli interventi per il raggiungimento degli obiettivi del Piano di Tutela sia a scala di sottobacino che a scala generale.

Le specificità e priorità per sottobacino emergono dalle schede sopra presentate, mentre le principali necessità generali sono individuate in relazione a tre fattori:

- L'obbligo di raggiungere il più "difficile" degli obiettivi richiesti e quindi di puntare a quegli interventi che producano effetti più restrittivi sui carichi emessi, avendo come riferimento le "aree sensibili", le acque dolci superficiali destinate alla vita dei pesci, alla balneazione e all'uso potabile;
- L'evidenza che alcuni settori della produzione di carichi e i relativi sistemi di prevenzione della contaminazione hanno delle carenze strutturali e funzionali diffuse su tutto il territorio;
- La constatazione che mancano ancora alcuni elementi di valutazione e controllo dei cicli di produzione e diffusione degli inquinanti, indispensabili per una corretta pianificazione.

4.1 Obiettivi e vincoli

La priorità degli interventi e la loro pianificazione mirata al raggiungimento degli obiettivi ambientali deve essere incentrata sui corpi idrici e sulle situazioni maggiormente compromesse.

In particolare, vista anche la scadenza del 2008, i seguenti corpi idrici superficiali ed i loro sottobacini si segnalano per il massimo livello di attenzione:

L'area sensibile di Alviano richiede il contenimento del fosforo su tutto il bacino del Tevere a monte: per raggiungere i pochi $\mu\text{g/l}$ necessari a garantire il buono stato di Alviano, occorre abbattere in maniera consistente il fosforo imputabile alla depurazione civile, alla zootecnia e all'agricoltura.

Le misure devono agire sia sul contenimento delle fonti di produzione che sui meccanismi di trasporto (e quindi anche sui fenomeni di ruscellamento ed erosione).

Il **Lago di Corbara**, deve essere dichiarato corpo idrico sensibile, in quanto, come evidenziato dalla classificazione relativa all'anno 2004 (stato di qualità ambientale pessimo), il suo stato di qualità è fortemente determinato dal parametro fosforo totale che, nel periodo di monitoraggio, ha raggiunto un valore massimo pari a $810 \mu\text{g/l}$. Il relativo bacino drenante, che dovrà conseguentemente essere individuato come area sensibile, è già interamente compreso all'interno dell'area sensibile del Lago di Alviano.

Il bacino idrografico del **Lago Trasimeno** è stato individuato contemporaneamente come area sensibile, zona vulnerabile ai nitrati di origine agricola, zona vulnerabile ai fitofarmaci e zona vulnerabile alla desertificazione, pertanto devono essere contenuti in modo significativo i carichi in arrivo al lago.

Nell'**area sensibile di Piediluco** occorre contenere i carichi afferenti al lago, tenendo in considerazione anche l'anomalo assetto idraulico dovuto all'uso idroelettrico.

L'area sensibile della Palude di Colfiorito necessiterebbe di una fascia di protezione e del controllo del dilavamento dei contaminanti di origine agricola e zootecnica.

L'intero corso dei fiumi **Clitunno, Alto Nera, Menotre e gli altri corsi d'acqua montani** devono recuperare le intrinseche caratteristiche di acque salmonicole; **i laghi, il fiume Tevere ed i corsi di pianura** quelle di acque ciprinicole.

Gli invasi di Montedoglio e Valfabbrica devono garantire la qualità per l'uso potabile.

Le zone vulnerabili da nitrati di origine agricola individuate richiedono l'adozione e l'attuazione di specifici Programmi di Azione.

La **presenza di fitofarmaci**, riscontrata in molti corpi idrici sotterranei, rende necessario, in attesa della perimetrazione definitiva delle zone vulnerabili, il contenimento delle sostanze contaminanti.

Le misure devono necessariamente puntare su una **revisione delle pratiche agricole** che passi per una reale ottimizzazione delle tecniche colturali in senso ambientale, così come previsto dalle politiche comunitarie, ma anche per la riconversione colturale di particolari zone.

Gli elementi su cui è necessario porre maggiore attenzione sono: la trasformazione delle pratiche agricole (agricoltura integrata, agricoltura biologica, certificazioni), l'integrazione agricoltura-zootecnia, con il corretto utilizzo degli effluenti zootecnici, la rinaturalizzazione delle aree perimetrali e delle pertinenze fluviali, per la ricostituzione di un reticolo naturalizzato che spezzi le grandi superfici monocolturali e riduca la mobilità/erosione del suolo e dei suoi componenti.

4.2 Interventi sui sistemi carenti

La suinicoltura è un settore in rapida evoluzione e ad elevata variabilità (relativamente al numero di capi allevati). La **gestione dei reflui suinicoli** presenta problemi in relazione alla carenza di superfici autorizzate allo spandimento dei liquami, alle dimensioni delle lagune di stoccaggio, alle modalità ed

ai tempi di smaltimento del refluo accumulato, legato anche alla capacità di attenuazione dei suoli e di assorbimento delle colture, e al rischio che parte degli effluenti finisca direttamente nei corpi idrici. L'esperienza ha dimostrato che la difficile gestione dei reflui ha solo poche soluzioni sicure e praticabili, per le quali occorre attivare azioni di sensibilizzazione, misure incentivanti e opportuni canali di finanziamento:

- la trasformazione del ciclo produttivo con lettieri su paglia (anche per stalle isolate);
- il compostaggio dei liquami prodotti (anche per stalle isolate);
- il collettamento e il trattamento dei reflui in zone di concentrazione degli allevamenti mediante idoneo impianto di depurazione, con successivo affinamento delle frazioni solida e liquida per un utilizzo ottimale come ammendanti.

Queste soluzioni, proponibili e applicabili quantomeno a tutti gli allevamenti di medi e grandi dimensioni, hanno anche il vantaggio di tenere sotto controllo con più facilità la gestione degli effluenti, garantirne una migliore utilizzazione, stimare con buona accuratezza i carichi effettivi sversati sui corpi idrici, consentire di verificare i risultati degli interventi nel tempo.

Non esiste tuttora un'analisi esaustiva del **ciclo dei reflui industriali** comprendente informazioni sui quantitativi di reflui prodotti e sui carichi di macro e microinquinanti, anche in relazione agli scarichi autorizzati in pubblica fognatura, nonché sull'efficienza degli impianti di depurazione industriale.

Il collettamento e la depurazione civile sono stati oggetto negli anni recenti di ingenti finanziamenti per la realizzazione delle infrastrutture, fino alla copertura di gran parte della domanda depurativa dei centri abitati (agglomerati): manca ancora molto spesso la messa a punto del funzionamento degli impianti di depurazione, così come mancano sistemi automatici di controllo del refluo in ingresso ed in uscita dall'impianto. Altre criticità riguardano l'esercizio degli impianti, l'allaccio di reti fognarie o di parti di esse agli impianti, la separazione delle acque bianche dalle acque nere, la creazione di vasche di prima pioggia dove i sistemi misti sono complessi e le superfici impermeabilizzate particolarmente estese, l'eliminazione dell'allaccio di fossi o drenaggi alla rete fognaria.

4.3 Sviluppo e completamento dei sistemi conoscitivi

L'adeguatezza di uno strumento di pianificazione si misura anche in base all'esaustività delle analisi conoscitive e al grado di definizione degli aspetti ambientali e delle relazioni pressioni-stato-impatto.

Benché negli anni sia maturata nella società, e nel suo contesto giuridico, una maggiore sensibilità alle problematiche del territorio ed una conseguente maggior attenzione, anche conoscitiva, a tutti i suoi aspetti, lo sviluppo di sistemi conoscitivi e reti di monitoraggio ha subito un ritardo dovuto alle difficoltà di organizzazione e gestione di competenze ed attività.

La stessa applicazione della vigente normativa in tema di acque prevede un processo graduale di implementazione dei sistemi conoscitivi ed una loro revisione nel tempo.

I dati disponibili ed utilizzati per le analisi del Piano di tutela delle acque sono sicuramente molto più esaurienti che in passato, ma non sempre sono completi o sufficienti per passare da valutazioni qualitative alla definizione quantitativa dei problemi.

Per questo motivo, e anche in prospettiva dell'aggiornamento del Piano in programma entro i prossimi 4 anni, si rendono necessarie misure di carattere conoscitivo e di studio.

Esse devono far capo alla filosofia della condivisione dei dati ambientali ed ai processi avviati di gestione/diffusione delle informazioni e conoscenze tecnico-scientifiche, così come prevede la normativa nazionale e comunitaria in fatto di disponibilità dei dati ambientali.

L'individuazione di soggetti con specifica competenza pubblica in fatto di conoscenza ambientale, a cominciare dalle Agenzie Ambientali, dovrebbe garantire l'idonea organizzazione, acquisizione e divulgazione delle informazioni.

Il Piano deve pertanto prevedere una sezione di misure di sviluppo conoscitivo incentrate sui seguenti punti:

- Completamento del Centro di documentazione sulle acque, quale strumento di gestione e divulgazione dei dati ambientali e degli elementi conoscitivi del Piano e delle sue ricadute;
- Sviluppo e adeguamento delle reti di monitoraggio dei corpi idrici in funzione del quadro ambientale e delle nuove normative, tenendo in considerazione la necessità di avere valutazioni quantitative alla scala del Piano di tutela, come ad esempio il completamento delle reti di monitoraggio idrometrico alle chiusure dei sottobacini e la predisposizione di idonee sezioni di magra per la verifica del DMV;
- Sviluppare la conoscenza/caratterizzazione ed il monitoraggio dei fattori di pressione meno noti, a partire dagli scarichi industriali, dal controllo del ciclo dei reflui zootecnici, fino all'organizzazione del Catasto degli scarichi ed il controllo delle sostanze pericolose immesse nell'ambiente;
- Realizzare analisi ambientali integrate per ciascuna problematica, mediante azioni di studio e approfondimenti mirati, scientificamente validi e metodologicamente corretti, supportate, ove

possibile e necessario, da una modellistica previsionale per la valutazione degli scenari futuri (a partire dalla fondamentale esigenza di analisi dell'impatto del carico diffuso sui corpi idrici).

4.4 Strumenti normativi

La Regione ha già messo in atto normative e pianificazioni da cui potranno derivare soluzioni ai problemi evidenziati dal Piano.

In particolare, il Piano di Emergenza idrica 2002 e gli Accordi Quadro con il Ministero dell'Ambiente prevedono interventi finanziati che agiscono sulle criticità evidenziate dal Piano di Tutela, quanto ad aspetti di approvvigionamento idrico e acquedottistica, depurazione e collettamento di acque reflue, riuso di acque reflue in agricoltura e industria.

Strumenti normativi specifici sono in corso di sviluppo e riguardano le seguenti tematiche:

- a) Normativa regionale sugli scarichi;
- b) Normativa sull'utilizzazione agronomica di reflui zootecnici;
- c) Normativa sull'utilizzazione agronomica di reflui oleari;
- d) Programmi di azione per le zone vulnerabili da nitrati di origine agricola;
- e) Normativa regionale sull'escavazione di pozzi.

Tali strumenti dovranno essere attivati congiuntamente al Piano di tutela.

E' necessario, infine, che tali strumenti normativi siano integrati e si rafforzino sui temi di particolare attenzione quali:

- la modalità di gestione della risorsa idrica e in particolare il contenimento dei consumi per i differenti usi (civile, industriale, agrozootecnico, ittico, idroelettrico);
- riuso delle acque reflue in modo adeguato e funzionale;
- l'adozione di tecniche migliorative nel contenimento della produzione di reflui.

SEZIONE V

ANALISI TECNICO ECONOMICA DEI POSSIBILI STRUMENTI DI INTERVENTO

1 INTRODUZIONE

Questa sezione offre elementi di base per la scelta di azioni di intervento con valutazione e confronto economico ed ambientale degli scenari conseguenti.

La sezione è articolata in tre tematismi:

- a) il trattamento e la gestione dei reflui di origine civile ed industriale,
- b) il trattamento dei reflui di origine zootecnica e riduzione dei carichi diffusi di origine agricola;
- c) le perdite della rete acquedottistica.

I dati riportati in questa sezione sono da intendersi come valori indicativi, da utilizzare per una stima delle azioni promosse con il Piano di Tutela. I dati sono ricavati da varie esperienze progettuali regionali e nazionali sintetizzate da esperti di settore che hanno collaborato alle analisi svolte.

Il risultato certamente non è esaustivo degli interventi possibili ma contiene riferimenti operativi che possono quantificare alcuni degli investimenti più significativi nel campo della tutela delle acque. Inoltre questa sezione non può soddisfare alcuni aspetti valutativi propri delle fasi di fattibilità della progettazione operativa attraverso le quali si arriva a contestualizzare interventi e costi a specifiche criticità ed obiettivi locali.

I valori hanno quindi significato a livello generale e possono essere corretti e dettagliati attraverso approfondimenti di studio più mirati.

2 TRATTAMENTO E GESTIONE DEI REFLUI DI ORIGINE CIVILE ED INDUSTRIALE

In questa parte sono analizzati alcuni aspetti tecnico-economici delle diverse soluzioni proposte sia per gli adeguamenti imposti dalle normative vigenti, sia per specifiche esigenze tecnologiche individuate; si giunge quindi, ove possibile, a definire la tecnologia più idonea al raggiungimento degli obiettivi di qualità individuati dal Piano.

2.1 Depurazione delle acque reflue

La scelta delle soluzioni di smaltimento delle acque reflue più idonee per un territorio dipende, oltre che dai vincoli normativi, da numerosi altri fattori, tra i quali:

Per i trattamenti depurativi:

- caratteristiche del punto di conferimento delle acque depurate;
- livello di funzionalità degli impianti già realizzati ed operanti;
- efficacia del trattamento, flessibilità d'utilizzo e margini di sicurezza;
- abbattimento dei costi di gestione ordinaria.

Per l'efficienza della rete fognaria:

- dimensionamento delle condotte;
- lunghezza delle condotte e tempi di residenza idraulica delle acque da trasferire;
- dislivelli da superare per raggiungere l'impianto di depurazione;
- attraversamenti di aree ad elevata vulnerabilità.

Analizzando alcuni aspetti tecnici, possiamo evidenziare che, pur non potendo definire a priori un criterio di validità generale, è possibile scartare le soluzioni che potrebbero essere fonte di rischio sia ambientale che economico.

Tenendo conto delle considerazioni a cui si è fatto cenno in precedenza, in questo paragrafo vengono presentate alcune soluzioni impiantistiche, sottolineandone alcuni aspetti, sia positivi che negativi, in relazione agli obiettivi di qualità posti dal Piano di Tutela.

Dal punto di vista del dimensionamento degli impianti di depurazione delle acque reflue urbane, alcuni fattori fanno propendere verso la centralizzazione del servizio di depurazione, dismettendo impianti di depurazione di piccola potenzialità a favore di impianti di potenzialità medio alta; altre considerazioni orientano la scelta verso un maggior frazionamento del servizio di depurazione.

Nel seguito del paragrafo, si riportano le motivazioni a supporto di entrambe le scelte, corredate dalle informazioni basilari sugli aspetti tecnologici. A favore della centralizzazione giocano i seguenti fattori:

- Impianti di maggiori dimensioni e potenzialità, se ben dimensionati, garantiscono una maggiore flessibilità d'utilizzo e margini di sicurezza funzionale decisamente superiori rispetto a qualsiasi impianto di potenzialità ridotta. Questo aspetto consente di poter trattare, senza inconvenienti funzionali, i reflui previsti. Si ottiene inoltre un elevato margine di sicurezza operativa in occasione di eventuali picchi di portata o di carico organico in ingresso all'impianto.
- Solo in impianti medio grandi è possibile utilizzare trattamenti spinti e completi (ossidazione, nitrificazione, denitrificazione, defosfatazione, finissaggio, digestione anaerobica dei fanghi), che permettono i massimi rendimenti depurativi del processo, con la contemporanea diminuzione dei costi di gestione. A tal proposito vengono riportati alcuni grafici che riassumono quanto ora affermato evidenziando come i costi di investimento diminuiscano al crescere della taglia dell'impianto.

Tab. 225 – Costi di investimento per classe di potenzialità degli impianti (in euro/AE)

Costi di investimento (€/A.E.)	
A.E.	Costo di investimento
1.000	600,00
2.000	400,00
5.000	190,00
10.000	160,00
100.000	130,00

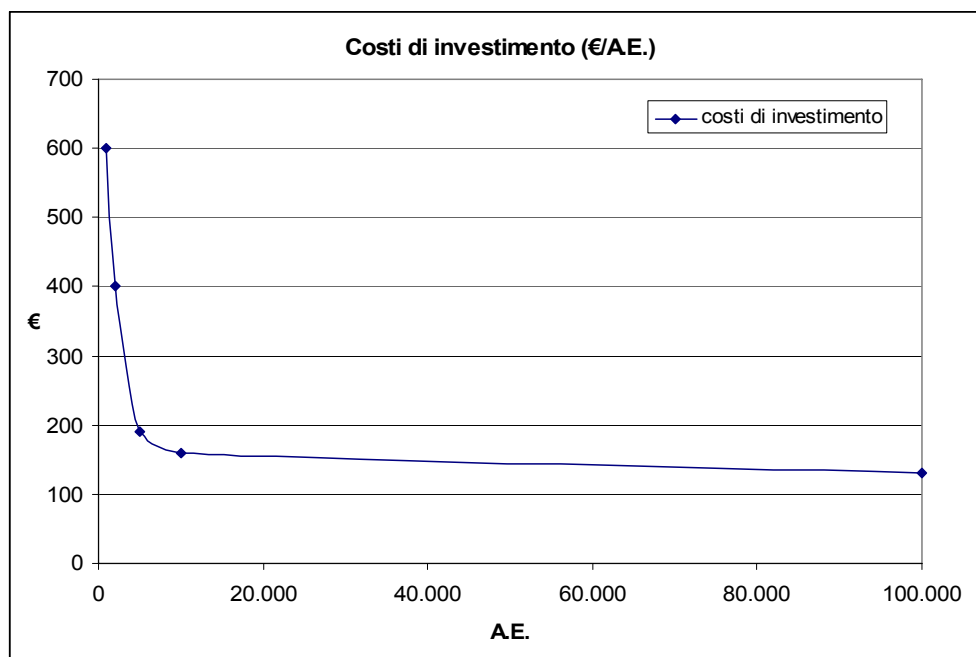


Fig. 112 – Andamento dei costi di investimento in funzione della classe di potenzialità degli impianti (in euro/AE)

- La limitata attitudine dei trattamenti primari e secondari a rimuovere azoto e fosforo, richiede il ricorso a trattamenti specifici per una consistente diminuzione di questi elementi nell'effluente finale. Nei casi di scarichi industriali nei liquami civili, in cui non è possibile ricorrere ai trattamenti biologici per l'elevata concentrazione o è prevista un'elevata qualità dell'effluente finale, si ricorre a trattamenti particolarmente spinti. I processi attualmente più utilizzati per la rimozione dell'azoto prevedono una nitrificazione e successiva denitrificazione controllate entrambe, per via biologica: dopo un'abbondante ossidazione biologica, con conseguente nitrificazione spinta, si fa passare l'effluente in un ambiente con carenza di ossigeno, in modo che, nelle condizioni anossiche della vasca, s'instaurino le reazioni di denitrificazione che portano allo sviluppo finale di azoto che si libera in atmosfera. La nitrificazione controllata per via biologica, può avvenire nella stessa fase di ossidazione a fanghi attivi (o a filtri percolatori) come "aerazione ad uno stadio" o "nitrificazione combinata" oppure in vasche separate come "aerazione a due stadi o nitrificazione separata". Nel primo caso occorre operare con un impianto a basso carico; almeno per gli impianti a fanghi attivi si ha il vantaggio di una minore complicazione impiantistica e di minori costi di primo impianto, ma lo svantaggio di maggior consumi di energia per il funzionamento degli aeratori, che devono essere in grado di provvedere a nitrificare anche le sostanze organiche contenute nel fango. Nel secondo caso, si hanno costi di costruzione d'impianto maggiori (seconda vasca di aerazione con propria vasca di sedimentazione) e una maggiore complicazione gestionale; tuttavia si hanno:

 - o rendimenti maggiori, specialmente in condizioni di basse temperature;
 - o buona protezione nei riguardi delle punte di carico organico ed eventuali sostanze tossiche;
 - o maggior stabilità di funzionamento;
 - o miglior controllo della "denitrificazione incontrollata" che può verificarsi frequentemente in impianti con nitrificazione combinata.

La nitrificazione combinata si giustifica in impianti di piccola-media potenzialità, oppure nei casi in cui sia richiesta nitrificazione stagionale. In impianti di media-grande potenzialità, la denitrificazione è spesso in vasche del tipo a fanghi attivi, dotate anche esse di una fase di sedimentazione finale e di un sistema di ricircolo del fango: il vero e proprio reattore, è costituito da una vasca nella quale sono previsti dei semplici miscelatori lenti sommersi, che hanno la funzione di mantenere in sospensione le particelle del fango della miscela, ma non hanno la funzione di trasferire ossigeno. Nella vasca si inducono quindi condizioni anossiche che portano i batteri ad operare la denitrificazione. Al reattore di denitrificazione, fa seguito un canale aerato, che serve per lo "strippaggio" delle bollicine di azoto che ancora rimangono attaccate ai fiocchi di fango. La rimozione del fosforo si attua essenzialmente a mezzo di processi di precipitazione chimica con l'utilizzo di prodotti coagulanti-flocculanti (solfato di alluminio, cloruro ferrico o cloruro di alluminio) che inducono anche all'abbattimento dei composti del fosforo, con meccaniche piuttosto complesse sia di precipitazione che di adsorbimento. Tra i tre composti è meglio

scegliere il cloruro ferrico, perché maggiormente attivo e perché produce un'azione flocculante sui fanghi, con netto miglioramento della concentrazione di solidi sospesi alla filtrazione finale.

- Uno studio su un campione di un centinaio di impianti ha confermato l'esistenza di un significativo "effetto scala", tale per cui i costi per il consumo energetico, seconda voce di spesa dopo il personale, diminuiscono al crescere della potenzialità degli impianti. Come si può notare dalle tabelle seguenti i costi di gestione diminuiscono notevolmente all'aumentare della potenzialità degli impianti, verso i 1.000 A.E. Ciò è dovuto alla maggiore incidenza percentuale delle voci di costo inerenti il personale e l'energia. Infatti, dal punto di vista gestionale, la soluzione di accentrare gli impianti di depurazione è sicuramente vantaggiosa in quanto riduce decisamente il numero di attrezzature elettromeccaniche e le concentra in un unico luogo, ottimizzando così sia i costi di acquisto, sia i costi di manutenzione, sia i costi del personale. Inoltre, il personale può essere costantemente formato e aggiornato sull'utilizzo dell'impianto; ciò a maggiore garanzia del corretto funzionamento dello stesso.

Tab. 226 - Costi di investimento per tre tipologie di piccoli impianti

Costi di investimento (€/A.E.)			
A.E.	RBC-N	SSF Ibrido	Fanghi Attivi
50	1.152,00	961,00	870,00
100	674,00	700,00	702,00
150	517,00	640,00	513,00
200	456,00	627,00	441,00
300	397,00	566,00	369,00
400	352,00	516,00	296,00
500	336,00	504,00	335,00
750	319,00	502,00	300,00
1.000	300,00	490,00	308,00

Dove le tipologie impiantistiche considerate sono:

RBC-N : dischi biologici con nitrificazione RBC-N;

SSF-Ibrido: sistema di fitodepurazione subsuperficiale di tipo ibrido (sistema orizzontale seguito da un sistema verticale);

Fanghi Attivi: fanghi attivi ad aerazione prolungata.

I dati della tabella concernenti i costi di investimento possono essere efficacemente rappresentati nel grafico che segue:

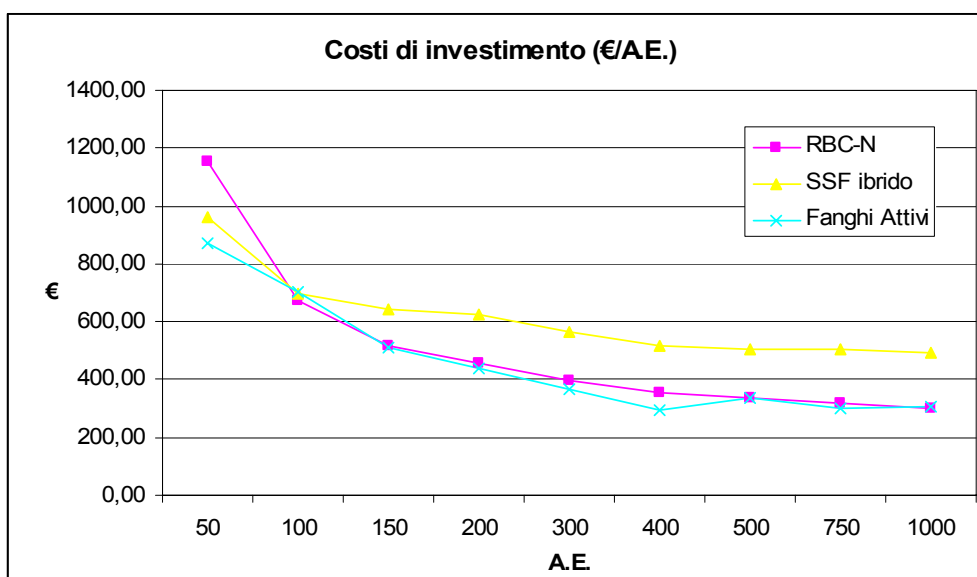


Fig. 113 - Costi di investimento per tre tipologie di piccoli impianti

Per quanto riguarda l'andamento dei costi di gestione la tabella di riferimento è la seguente, a sua volta seguita dal grafico riassuntivo:

Tab. 227 – Costi di gestione totali per piccoli impianti (in euro/AE)

Costi di gestione totali (€/A.E.)			
A.E.	RBC-N	SSF Ibrido	Fanghi Attivi
50	155,00	100,00	139,00
100	91,00	67,00	105,00
150	74,00	63,00	84,00
200	65,00	59,00	75,00
300	63,00	56,00	68,00
400	56,00	51,00	60,00
500	54,00	49,00	64,00
750	51,00	48,00	60,00
1.000	49,00	47,00	60,00

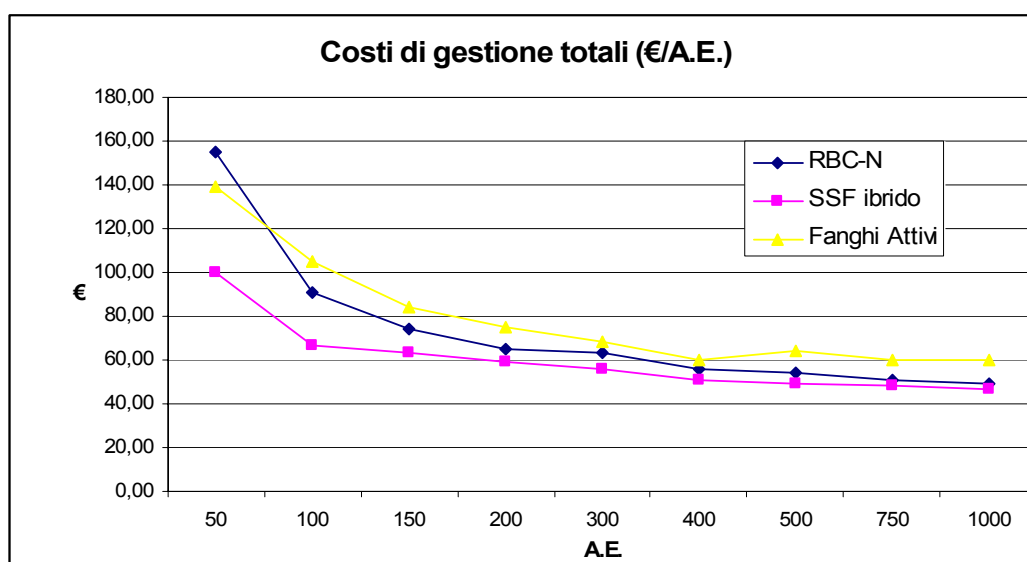


Fig. 114 - Costi di gestione totali per piccoli impianti (in euro/AE)

Si considerano nella tabella successiva i costi gestionali, trascurando gli oneri finanziari, e si riassumono nel grafico che segue:

Tab. 228 – Costi di gestione senza oneri finanziari per piccoli impianti (in euro/AE)

Costi di gestione senza oneri finanziari (€/A.E.)			
A.E.	RBC-N	SSF Ibrido	Fanghi Attivi
50	84,00	49,00	85,00
100	50,00	32,00	62,00
150	42,00	25,00	52,00
200	38,00	22,00	47,00
300	37,00	19,00	43,00
400	32,00	18,00	40,00
500	32,00	17,00	42,00
750	30,00	16,00	40,00
1.000	29,00	15,00	39,00

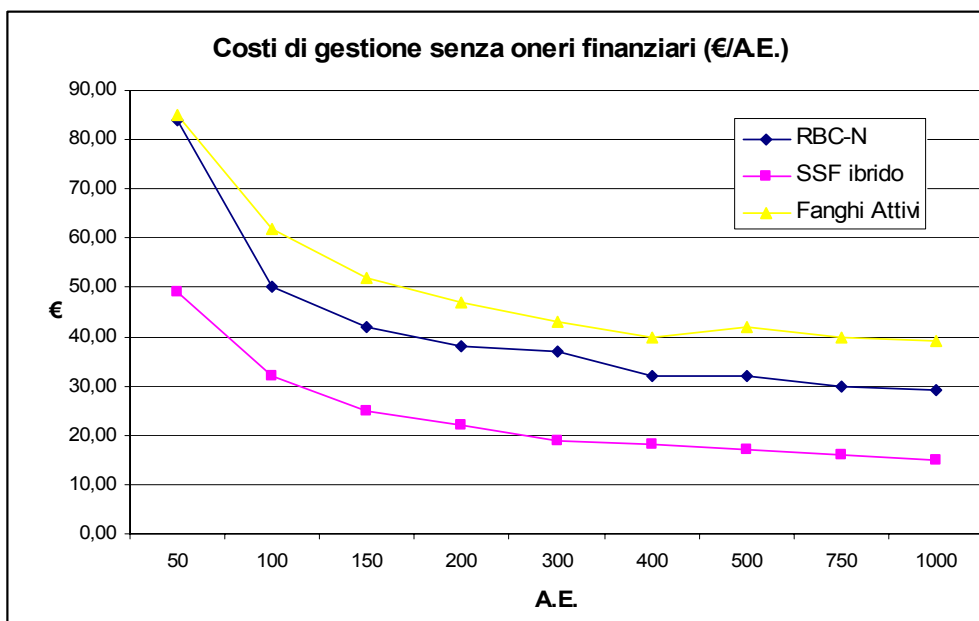


Fig. 115 - Costi di gestione senza oneri finanziari per piccoli impianti (in euro/AE)

- Impianti di maggiori dimensioni organizzati su più linee garantiscono una maggiore sicurezza funzionale anche in occasione di situazioni di emergenza quali:
 - scarichi occasionali di reflui non compatibili con il processo depurativo;
 - fuori servizio non programmati di apparecchiature/attrezzature;
 - sovraccarichi temporanei.

Le dimensioni dell'impianto, assieme alla preparazione del gestore, consentono di ridurre in maniera sensibile gli eventuali effetti negativi per l'ambiente; nella maggior parte dei casi la presenza di più linee parallele di trattamento costituisce elemento sufficiente a risolvere in maniera esaustiva ogni problematica emergenziale propria di un impianto di depurazione.

- Per lo smaltimento dei fanghi di depurazione, attualmente, le alternative sono l'utilizzazione in agricoltura, lo smaltimento in discarica e l'incenerimento. Permangono, tuttavia, preoccupazioni legate all'impiego agronomico dei fanghi. È opportuno ricordare che nei fanghi possono essere presenti anche sostanze contaminanti, tra le quali un ruolo di primaria importanza rivestono i metalli pesanti. Infatti, le sostanze chimiche eliminate dal flusso liquido tramite il processo depurativo, si ritrovano allo stato più o meno concentrato sotto forma di fanghi, che richiedono un trattamento e smaltimento finale. Accanto ad una linea trattamento liquami, in ogni impianto di depurazione è pertanto individuabile una linea trattamento fanghi, cui viene avviato il fango di supero: esso deve essere prelevato ed allontanato periodicamente o con continuità dalla linea liquami per evitare che le concentrazioni di solidi sospesi superino i valori accettabili per un corretto funzionamento dell'impianto. Il recepimento delle Norme Comunitarie porrà sempre più serie limitazioni all'utilizzo dei fanghi in agricoltura, definendo limiti qualitativi restrittivi. Lo smaltimento dei fanghi di depurazione tende, dunque, a diventare sempre più oneroso e necessita di controlli e processi sempre più spinti. Una delle soluzioni al problema è connesso proprio con la centralizzazione degli impianti di depurazione. L'aumento della potenzialità degli impianti di trattamento, infatti, permette l'adozione di tecnologie più spinte (preispessimento, digestione anaerobica, postispessimento, disidratazione ed eventuale essiccamento termico) e la diminuzione dei costi unitari di investimento e gestione necessari. L'essiccamento del fango, inoltre, riduce fortemente i costi di smaltimento in discarica. In particolare l'adozione della digestione anaerobica e la sua corretta gestione eventualmente integrata con il recupero energetico consentono di ridurre in maniera sostanziale i quantitativi di fango prodotto. In funzione della evoluzione normativa e delle scelte di programmazione in altri settori potranno essere prese in considerazione ipotesi di ulteriore centralizzazione unicamente per la fase di essiccamento fanghi. Il trattamento e smaltimento finale assume importanza fondamentale poiché:
 - nonostante i volumi di fanghi rappresentino un $0,8 \div 2\%$ del volume dei liquami ad essi si devono, in base ai trattamenti adottati, il $20 \div 50\%$ dei costi complessivi;
 - possono sussistere aspetti di pericolosità per la presenza di batteri patogeni, virus, ecc;
 - le caratteristiche fisico-chimiche del fango di supero e le relative quantità sono molto variabili di caso in caso.

I fanghi estratti dalla linea "trattamento liquami" sono in genere caratterizzati da un elevato grado di putrescibilità, risulta quindi consigliabile una successiva fase di stabilizzazione che lo renda più manipolabile e ridotto nella sua carica batterica. Negli impianti a fanghi attivi secondo lo schema convenzionale diventa quasi d'obbligo adottare per la stabilizzazione la digestione anaerobica: in effetti, la sedimentazione primaria toglie dal flusso liquido una notevole porzione delle sostanze organiche che, avviate alla digestione anaerobica, possono essere stabilizzate senza praticamente alcuna ulteriore spesa di energia. Di conseguenza, anche per i fanghi secondari si ricorre alla digestione anaerobica. In linea generale:

- la digestione anaerobica è preferibile per il trattamento dei fanghi primari e dei fanghi misti provenienti da impianti a medio e alto carico;
 - la digestione aerobica è più adatta per impianti a basso carico, piccola potenzialità, sprovvisti di sedimentazione primaria;
 - la digestione anaerobica è più adatta per impianti di elevata potenzialità, dove i maggiori costi di investimento sono giustificati dai risparmi e recuperi energetici;
 - digestione anaerobica è sconsigliabile dove si abbiano notevoli variazioni nella qualità e quantità del fango da trattare.
- Dal punto di vista ambientale l'accorpamento degli impianti di depurazione in pochi impianti di maggiori dimensioni produce un minore impatto sul territorio, sia come occupazione di terreno sottratto ad altri usi (ad esempio coltivazione), sia in termini di impatto visivo, acustico e relativo alla qualità dell'acqua e dell'aria; si possono infatti adottare sistemi ausiliari di mitigazione di impatto ambientale quali copertura delle vasche, trattamento dell'aria, ecc., difficilmente realizzabili in impianti di piccole dimensioni.
 - Si deve, infine, porre l'attenzione sul fatto che i medi e grandi impianti, oltre che dare maggiori garanzie sulle possibilità di controllo della funzionalità dell'impianto e sulla qualità del refluo in uscita, hanno maggiori possibilità di potenziamento del ciclo depurativo, se necessario. Infatti il ciclo depurativo è già sufficientemente completo per poter permettere il potenziamento dell'impianto con poche integrazioni costruttive.

È evidente che a fronte di possibili economie di scala dovute alla gestione di impianti di tipo consortile, sono possibili gravi diseconomie e rischi ambientali elevati dovuti, in particolare, alle reti di trasporto.

Basta pensare che, anche nei casi di realizzazione delle reti a perfetta regola d'arte, per ogni chilometro di condotta a gravità realizzata con i migliori materiali che la tecnica mette a disposizione, vi sono tra 180 e 500 giunti di tipo meccanico e 30 pozzetti, potenziali fonti di fuoriuscita di liquami e, nel caso di condotte in pressione, ogni impianto di sollevamento costituisce una potenziale fonte di pericolo per l'ambiente a causa di fuori esercizio dovuti a interruzioni di energia elettrica, attivazione del by pass per portate in arrivo superiori alla capacità di trasferimento, mancate manutenzioni, guasti etc.

Altri fattori da tenere in considerazione riguardano:

- la valutazione del tempo di residenza idraulico nella rete di trasporto, per le sue implicazioni con la funzionalità degli impianti di trattamento: un tempo di residenza non ottimale potrebbe portare al conferimento di liquame scarsamente trattabile o dannoso per gli impianti.
- il numero di impianti di sollevamento; un numero elevato comporta, oltre ai costi ingenti per la costruzione, elevati costi di gestione (consumi di energia e manutenzione).

La valutazione dello stato di funzionalità delle reti di trasporto evidenzia inoltre una serie di problemi ricorrenti a scala regionale quali: condizioni di usura, errate realizzazioni, danneggiamenti e insufficienti manutenzioni, impiego di materiali scadenti che provocano perdite diffuse, ampio superamento della vita economica dei manufatti, immissioni di acque di falda con conseguente diluizione dei liquami ed effetti negativi sulla funzionalità degli impianti etc.

Da questa analisi emerge con chiarezza che il primo significativo intervento sul sistema di smaltimento dovrebbe essere concentrato sul risanamento della rete di trasporto: quanto detto è particolarmente importante per le reti urbane che, per ragioni storiche, hanno risentito, più che le reti di trasferimento ai depuratori, delle carenze progettuali (spesso si tratta di reti ampliate per seguire le espansioni urbane con impiego di canali di drenaggio di acque superficiali o reti di irrigazione a gravità); in molti casi le reti risalgono a molti secoli addietro ed i materiali impiegati non rispondono più agli standard attuali.

Ovviamente, come più volte espresso in questo documento, non esiste un criterio univoco di valutazione, per questo, le note esposte devono essere intese, pur con la massima considerazione delle specifiche situazioni locali, come elemento principale di valutazione per stabilire le priorità di intervento sui sistemi visti nel loro insieme.

Per quanto riguarda le tecnologie più efficaci, si ritiene che il processo di depurazione a fanghi attivi sia quello che offre le maggiori garanzie. La tabella seguente riporta gli accoppiamenti delle diverse fasi, necessari per la corretta depurazione dei reflui, in funzione della potenzialità degli impianti.

Tab. 229 – Trattamenti necessari per la corretta depurazione dei reflui in funzione della potenzialità degli impianti

Trattamenti	Abitanti equivalenti				
	2.000 ÷ 10.000	10.000 ÷ 50.000		50.000 ÷ 100.000	
		Aree non sensibili	Aree sensibili	Aree non sensibili	Aree sensibili
LINEA ACQUE					
- Grigliatura	X	X	X	X	X
- Dissabbiatura	X	X	X	X	X
- Equalizzazione					
- Sedimentazione primaria				X	X
- Denitrificazione		X*	X*	X	X
- Ossidazione	X	X	X	X	X
- Defosfatazione			X*	X	X
-Sedimentazione secondaria	X	X	X	X	X
- Filtrazione					X
- Disinfezione	X	X	X	X	X
LINEA FANGHI					
- Stabilizzazione aerobica	X	X	X		
- Digestione anaerobica		X*	X*	X	X
- Ispessimento	X	X	X	X	X
- Disidratazione		X**	X**	X	X
- Essiccamento					
NOTE:					
X* = da valutare, generalmente sopra i 20.000 A.E.					
X** = con macchina in loco o servizio svolto da terzi negli impianti più piccoli					

2.2 Ottimizzazione dei sistemi fognari

Al paragrafo 2.2, sezione II della presente parte di Piano è stata affrontata in dettaglio l'analisi relativa alla struttura e all'efficienza del sistema fognario-depurativo regionale.

In particolare, a partire dalle informazioni raccolte dagli ATO, sono state individuate 1.154 aree servite da rete fognaria ed è stato possibile stimare la percentuale di AE serviti e della quota parte collettata al sistema di depurazione. L'analisi della copertura della rete fognaria ha evidenziato diversi livelli di efficienza in funzione della classe degli agglomerati.

Nelle tabelle seguenti si riporta una sintesi delle informazioni elaborate al paragrafo 2.2.

Tab. 230 - Numero di agglomerati per classe di AE serviti da rete fognaria

Classe agglomerato (AE)	N° agglomerati	N° agglomerati non serviti	N° agglomerati serviti <50%	N° agglomerati serviti 50-74%	N° agglomerati serviti 75-89%	N° agglomerati serviti >90
<2.000	1.262	582	82	134	102	362
2.000-10.000	30	0	0	2	8	20
10.001-15.000	3	0	0	0	1	2
15.001-150.000	10	0	0	0	2	8
>150.000	2	0	0	0	0	2
Totale regionale	1.307	582	82	136	113	394

Tab. 231 - AE per classe di agglomerato serviti da rete fognaria

Classe agglomerato (AE)	AE nominali	AE nominali in agglomerati non serviti	AE nominali in agglomerati serviti <50%	AE nominali in agglomerati serviti 50-74%	AE nominali in agglomerati serviti 75-89%	AE nominali in agglomerati serviti 90-95%
<2.000	162.430	24.115	7.437	26.513	32.506	71.859
2.000-10.000	110.243	0	0	5.822	27.825	76.596
10.001-15.000	33.108	0	0	0	11.093	22.015
15.001-150.000	331.201	0	0	0	104.051	227.150
>150.000	362.316	0	0	0	0	362.316
Totale regionale	999.928	24.115	7.437	32.335	175.475	759.936

Sulla base dell'analisi dello stato di fatto e sulla base dei requisiti di qualità degli scarichi e delle acque riportati nella normativa vigente, sono stati ipotizzati alcuni obiettivi di estensione della rete fognaria per tutti gli agglomerati descritti nelle tabelle precedenti:

Tab. 232 – Stato del collettamento e possibili obiettivi

Stato attuale		Possibili obiettivi
agglomerati non serviti da rete fognaria	⇒	copertura dell'agglomerato con rete fognaria pari al 50 ÷ 74% dell'estensione
agglomerati serviti dalla rete fognaria con copertura minore del 50% dell'estensione dell'agglomerato stesso	⇒	copertura dell'agglomerato con rete fognaria pari al 75 ÷ 89% dell'estensione
agglomerati serviti dalla rete fognaria con copertura pari a 50 ÷ 89% dell'estensione dell'agglomerato stesso	⇒	copertura dell'agglomerato con rete fognaria pari al 90 ÷ 95% dell'estensione
agglomerati serviti dalla rete fognaria con copertura maggiore o uguale a 90% dell'estensione dell'agglomerato stesso	⇒	copertura dell'agglomerato con rete superiore al 95% dell'estensione

Per il raggiungimento di tali obiettivi, sono stati valutati, attraverso un'analisi parametrica, i costi di investimento necessari per aumentare l'estensione del sistema fognario. I risultati di tali valutazioni, raccolti nelle tabelle seguenti, vengono espressi in termini di €/agglomerato ed €/AE (considerato sul numero complessivo di AE, e non sugli AE di nuovo allacciamento) ed esprimono il costo dell'estensione delle reti fognarie al fine di una maggiore copertura del territorio e collettamento del refluo agli impianti di depurazione.

Tab. 233 - Numero di agglomerati interessati dall'adeguamento di copertura della rete fognaria (e costi per agglomerato)

Classe agglom. (AE)	N° agglom.	N° agglom. non serviti	N° agglom. serviti <50%	N° agglom. serviti 50-74%	N° agglom. serviti 75-89%	N° agglom. serviti 90-95%	N° agglom. serviti >95%
<2.000	1.262	0	0	582 (250.000 €/agglom.)	82 (250.000 €/agglom.)	236+362 (200.000 €/agglom., non si prevede estensione)	0
2.000-10.000	30	0	0	0	0	10+20 (400.000 €/agglom., non si prevede estensione)	0
10.001-15.000	3	0	0	0	0	1 (1.000.000 €/agglom.)	2 (500.000 €/agglom.)
15.001-150.000	10	0	0	0	0	2 (2.000.000 €/agglom.)	8 (900.000 €/agglom.)
>150.000	2	0	0	0	0	0	2 (costo non parametrizzabile)
Totale regionale	1.307	0	0	582	82	631	12

Tab. 234 - Numero di abitanti equivalenti interessati dall'adeguamento di copertura della rete fognaria (e costi per AE)

Classe agglom. (AE)	AE nomin.	AE nominali in agglom. non serviti	AE nominali in agglom. serviti <50%	AE nominali in agglom. serviti 50-74%	AE nominali in agglom. serviti 75-89%	AE nominali in agglom. serviti 90-95%	AE nominali in agglom. serviti >95%
200-1999	162.430	0	0	24.115 (6.000 €/AE)	7.437 (2.800 €/AE)	59.019+71.859 (800 + 0 €/AE)	0
2.000-10.000	110.243	0	0	0	0	33.647+76.596 (120 + 0 €/AE)	0
10.001-15.000	33.108	0	0	0	0	11.093 (90 €/AE)	22.015 (45 €/AE)
15.001-150.000	331.201	0	0	0	0	104.051 (40 €/AE)	227.150 (30 €/AE)
>150.000	362.316	0	0	0	0	0	362.316 (costo non parametrizzabile)
Totale regionale	999.928	0	0	24.115	7.437	356.265	611.481

Nell'analisi effettuata è stata stimata la densità abitativa degli agglomerati in funzione delle dimensioni e ne è stata calcolata l'estensione areale. E' stato dunque possibile stimare il costo necessario all'estensione della rete fognaria, necessaria per il raggiungimento degli obiettivi pre-definiti.

Per quanto riguarda gli agglomerati di classe >150.000 AE non è stato possibile effettuare una stima dei costi in quanto i costi non sono parametrizzabili senza il rischio di commettere errori estremamente grossolani, data la complessità del problema. I costi inerenti questa classe di agglomerati sono dunque esclusi dalla stima precedente.

Per quanto riguarda l'analisi tecnica delle caratteristiche che deve possedere una moderna ed efficiente rete fognaria, si rimanda ai capitoli successivi.

2.2.1 Aspetti gestionali e funzionali dei sistemi fognari

I tre aspetti molto importanti sui quali si vuole porre l'attenzione vista la loro importanza per la corretta gestione dei sistemi fognari sono i seguenti:

- 1) Dimensionamento ed utilizzo degli scaricatori di piena;
- 2) Gestione delle acque di prima pioggia;
- 3) Gestione degli eventi meteorici ed invarianza idraulica.

1. Nelle fognature miste si presenta, talvolta, per eventi pluviometrici che eccedano un assegnato limite, la necessità di dover scaricare con uno sfioratore, prima del recapito finale, una parte della portata raccolta (acque bianche e acque nere) in un corso d'acqua ricevente posto a breve distanza dal tracciato. In base alla normale prassi progettuale ed alle Normative di settore, le portate nere diluite da avviare alla depurazione in tempo di pioggia sono generalmente commisurate a $3 \div 5$ volte le portate nere medie.

All'atto della progettazione degli sfioratori di piena è necessario tenere conto dei seguenti aspetti:

- è necessario valutare attentamente la presenza di insediamenti non domestici che producono quantità di acque reflue rilevanti e spesso con distribuzioni orarie nell'arco delle 24 h;
- bisogna valutare attentamente la concentrazione dei principali parametri inquinanti: COD, BOD, SST, NH₄, NO₃. Anche in questo caso è necessario considerare la presenza significativa di scarichi industriali che porti ad un rilevante aumento delle concentrazioni medie di tali parametri. Questa eventualità comporta l'innalzamento del rapporto di diluizione ai fini del raggiungimento delle concentrazioni massime ammissibili stabilite dalla Normativa vigente per gli scarichi di una pubblica fognatura in acque superficiali;
- un ulteriore elemento che occorre tenere in considerazione nella definizione della portata di dimensionamento dello sfioratore è dato dagli obiettivi e dalle criticità individuate dal Piano di Tutela delle acque per quanto riguarda la qualità delle acque del reticolo superficiale;
- bisogna valutare la potenzialità del sistema depurativo posto a valle della rete fognaria ed i margini di portata ancora disponibili per il trattamento dei maggiori carichi di acque reflue addotti dagli sfioratori durante gli eventi meteorici;
- deve essere posta massima cura nella realizzazione secondo progetto e nella gestione. Si ritiene che in particolare negli sfioratori principali debbano essere poste in opera almeno le seguenti apparecchiature:
 - apparato di grigliatura media/grossolana del refluo e compattazione del grigliato;
 - paratoie meccanizzate di esclusione del manufatto e opere di by-pass;
 - eventuali apparecchiature per il telecontrollo del sistema sfiorante e del sistema sfioro - grigliatura - compattazione;
 - eventuale misurazione della portata in transito e sfiorata, qualora possibile.

2. Per perseguire un effettivo miglioramento qualitativo dei corpi idrici, non è sufficiente depurare le sole acque reflue, ma è anche necessario mettere in atto opportune strategie per il controllo degli scarichi di origine meteorica. Per ottenere il conseguimento delle finalità e degli obiettivi è necessario analizzare le forme di controllo ed i criteri di gestione delle acque meteoriche di dilavamento provenienti dalle reti fognarie e delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne degli insediamenti. In particolare:

- avendo a riferimento i risultati degli studi e delle ricerche svolte su alcuni sistemi di drenaggio e reti scolanti di bacini pilota, il volume di acque di prima pioggia da contenere e/o trattare risulta compreso tra i 25 e i 50 m³ per ettaro. Il valore più elevato è da applicarsi ad aree a destinazione produttiva e commerciale, in ragione dei più elevati livelli di contaminazione delle superfici scoperte soggette a dilavamento delle acque meteoriche;
- l'esperienza maturata evidenzia come i sistemi più efficaci per il contenimento del carico inquinante derivante dalle acque di prima pioggia siano rappresentati dalla realizzazione di vasche di raccolta e contenimento;

- si ritiene di dover privilegiare soluzioni che consentano di ridurre a monte le portate circolanti nelle reti fognarie. A tal fine si ritiene utile che le nuove lottizzazioni siano dotate di reti fognarie separate che consentano la raccolta delle acque meteoriche; in tal modo le acque di prima pioggia eventualmente contaminate possono essere raccolte attraverso sistemi di stoccaggio e successivamente trattate, mentre le acque non contaminate sono scaricate direttamente, compatibilmente con le caratteristiche del suolo o in subordine della rete idrografica. Tale discorso è valido anche nel caso di ristrutturazione delle vecchie reti fognarie miste;
- si ritiene necessario l'inserimento delle politiche di gestione delle acque di prima pioggia all'interno degli strumenti di pianificazione territoriale quali il PSC e il PRG;
- in linea generale, le acque meteoriche e di dilavamento non sono considerate "scarico". Tuttavia, qualora l'acqua meteorica vada a lavare un'area destinata ad attività commerciali o di produzione trasportando con sé residui dell'attività, essa può caratterizzarsi come "acqua di scarico", da assoggettare alla apposita disciplina tecnica ed autorizzativa. Nei casi in cui il dilavamento può ritenersi completato nell'arco di tempo definito per la valutazione delle acque di prima pioggia, lo scarico delle acque può essere consentito a condizione che le acque di prima pioggia o di lavaggio siano convogliate nella fognatura aziendale, attraverso l'installazione di appositi dispositivi (sfioratori, vasche di accumulo). Nel caso in cui il dilavamento prosegua, tali acque devono essere considerate scarico a tutti gli effetti e come tale trattate. Possono essere individuate delle esenzioni, riguardanti le superfici esterne degli stabilimenti adibite esclusivamente a parcheggio delle auto dei lavoratori e le zone di transito degli autoveicoli.

I convenzionali criteri progettuali dei sistemi separatori-misti si basano sull'ipotesi implicita che le acque meteoriche di dilavamento presentino concentrazioni di inquinanti apprezzabili solo quando le portate di deflusso sono estremamente modeste. Alcune esperienze su bacini pilota dimostrano invece come le concentrazioni di inquinanti di prima pioggia, non essendo solo riconducibili agli apporti di tipo domestico, aumentino al crescere delle portate in conseguenza del progressivo dilavamento delle superfici impermeabili.

La necessità di non aumentare le portate usualmente addotte in tempo di pioggia agli impianti di depurazione suggerisce, come soluzione atta ad una migliore tutela del corpo recettore, di accoppiare agli scaricatori appositi sistemi di invaso, attraverso i quali possono essere stoccate le acque che, per via delle loro caratteristiche qualitative, non possono essere scaricate nel recettore senza trattamento. Si ritiene che l'impiego congiunto di scaricatori di piena e vasche di prima pioggia in testa all'impianto di trattamento sia indispensabile per un'adeguata protezione ambientale del ricettore.

La grande maggioranza degli interventi atti allo stoccaggio temporaneo delle acque di prima pioggia consiste in vasche in calcestruzzo armato dotate di pompe di rilancio. Per l'analisi economica degli interventi si considera la costruzione di un manufatto per lo stoccaggio di acque provenienti da aree di diverse dimensioni. Le dimensioni delle aree considerate definiscono già in maniera piuttosto precisa il range di costo che è necessario affrontare.

Il costo di costruzione delle vasche di prima pioggia, così come descritte, subisce un importante effetto scala in funzione dell'estensione del bacino da trattare. Il costo unitario diminuisce all'aumentare dell'estensione dell'area d'interesse come evidenziato nella seguente tabella in cui si presentano due differenti esempi:

Tab. 235 – Costi di realizzazione delle vasche di prima pioggia per superficie impermeabile

	Area impermeabile	volume da stoccare	costo totale	costo per unità di area	costo per unità di volume
	m²	m³	€	€/m²	€/m³
Caso 1	10.000,00	40,00	40.000,00	4,00	1.000,00
Caso 2	100.000,00	400,00	130.000,00	1,30	325,00

3. L'orientamento tecnico comune prevede, per le opere all'interno di nuove urbanizzazioni, la costruzione di reti fognarie separate con recapito delle acque bianche nel recettore più vicino al punto di raccolta, dopo l'opportuno stoccaggio necessario al rispetto del principio dell'invarianza idraulica.

Le vasche di laminazione sono dotate di una bocca di uscita tarata in modo tale che la portata smaltita non sia mai superiore ad un valore voluto, compatibile con le caratteristiche del corpo idrico. Le portate in eccesso, rispetto a tale limite, vengono pertanto trattenute all'interno della vasca e smaltite gradualmente. In questo modo si riesce a ridurre il picco di portata ossia a "laminare" l'onda di piena che altrimenti sarebbe inviata al ricettore nella sua interezza.

La maggior parte delle Autorità di Bacino hanno imposto dei volumi specifici (ossia in funzione dell'area che si va ad urbanizzare) con cui individuare il volume necessario alla vasca di laminazione. Tali volumi specifici sono riportati in m³/ha ed usualmente i valori vanno dai 100 m³/ha ai 500 m³/ha.

Un aspetto importante da mettere in evidenza all'atto della progettazione di un invaso di laminazione è la gestione e la possibilità di manutenzione, in quanto di frequente dovranno essere pulite, dal momento che al loro interno si accumulerà tutto il materiale che viene dilavato dalle superfici urbane; inoltre in esse potranno essere presenti organi quali paratoie, clapet o impianti di sollevamento che richiedono una periodica ispezione e manutenzione.

In assenza di problematiche particolari, nel caso di ampie superfici di cui si debba garantire l'invarianza idraulica, la tecnologia utilizzata quasi nella totalità dei casi è la sistemazione di zone a "lieve depressione morfologica" per il momentaneo stoccaggio del volume d'acqua.

Tutte le voci di costo "tecniche", inerenti cioè ai movimenti terra, agli scavi, agli inerti, alla posa di tubazioni e pozzetti ed al valvolame, incidono in maniera marginale rispetto al costo dell'acquisto dell'area. Tale voce di costo è estremamente variabile. È infatti funzione della destinazione d'uso dell'area e della sua posizione sul territorio. Risulta dunque estremamente complesso definire un costo unitario della laminazione, confrontabile con ambienti e situazioni differenti.

In alternativa a tali opere, dispendiose e spesso di grande impatto, potrebbero essere adottati degli interventi di tipo "diffuso" ossia distribuiti sull'intera area urbanizzata. Tra questi occorre ricordare tutti quegli interventi atti a favorire l'infiltrazione nel suolo quali pavimentazione drenanti o tubazioni drenanti, o interventi di laminazione diffusi, quali invasi in linea in tubazioni opportunamente sovradimensionate.

Nel caso di superfici impermeabili di dimensioni ridotte, la tecnologia che dà maggiori garanzie rimane comunque la vasca di laminazione in calcestruzzo interrata. Essa infatti, a differenza delle pavimentazioni drenanti e delle fasce vegetate, non è influenzata dalle caratteristiche del suolo e del sottosuolo, non ha bisogno di manutenzione continua e non presenta problemi di intasamento e sostituzione degli strati drenanti.

2.3 Il riutilizzo delle acque reflue depurate in agricoltura

Il riuso delle acque trattate comporta una scelta a priori riguardante l'effettiva disponibilità di sufficienti volumi d'invaso e di superfici, prossime ad essi, sufficientemente estese che possano impiegare acque con caratteristiche particolari e diverse da quelle usualmente utilizzate.

Per valutare l'opportunità di tali interventi è indispensabile considerare i seguenti elementi:

- 1) la eventuale preesistente disponibilità, nelle zone in cui insistono attività agricole a elevata richiesta idrica, di acque superficiali in quantità rilevanti;
- 2) la prossima disponibilità di risorse idriche provenienti da grandi invasi, in quantità elevate in relazione ai bisogni;
- 3) le politiche comunitarie che tendono alla riduzione dei consumi idrici.

Si possono individuare i criteri fondamentali da adottare per dimensionare le aree irrigabili, i volumi dei bacini, le aree delle superfici occupate da essi e le modalità di gestione e manutenzione.

Al fine di facilitare la lettura di questo documento gli elementi di cui sopra sono raggruppati in tabelle riepilogative.

Nella valutazione dei volumi disponibili si sono presi in esame solo quelli derivanti dalle acque nere trattate trascurando gli apporti dovuti alle piogge, anche se la maggior parte delle fognature esistenti sono di tipo misto: è del tutto evidente che l'eventuale impiego di tutta o di parte della portata di pioggia, comporterà un proporzionale incremento di volumi, superfici e costi.

La Tab. 236 è strutturata come segue:

- 1) la disponibilità idrica è stata ridotta per tener conto delle perdite dovute ad evaporazione, fanghi etc.;
- 2) il volume minimo d'invaso è dimensionato in relazione ai tempi necessari ad abbattere la carica batterica pericolosa, la cui diffusione potrebbe essere provocata per mezzo dell'aerosol dovuto agli irrigatori ed al vento;

Tab. 236- Dimensionamenti

abitanti residenti	portata media giornaliera in tempo secco (Qd)	disponibilità idrica totale	disponibilità idrica effettiva	volume minimo da accumulare
n°	M3/d	m3/anno	m3/anno	m3
10 000	2 800	1 022 000	817 600	336 000
15 000	4 200	1 533 000	1 226 400	504 000
20 000	5 600	2 044 000	1 635 200	672 000
25 000	7 000	2 555 000	2 044 000	840 000
30 000	8 400	3 066 000	2 452 800	1 008 000
35 000	9 800	3 577 000	2 861 600	1 176 000
40 000	11 200	4 088 000	3 270 400	1 344 000
45 000	12 600	4 599 000	3 679 200	1 512 000
50 000	14 000	5 110 000	4 088 000	1 680 000
75 000	21 000	7 665 000	6 132 000	2 520 000
100 000	28 000	10 220 000	8 176 000	3 360 000
125 000	35 000	12 775 000	10 220 000	4 200 000
150 000	42 000	15 330 000	12 264 000	5 040 000
175 000	49 000	17 885 000	14 308 000	5 880 000
200 000	56 000	20 440 000	16 352 000	6 720 000
225 000	63 000	22 995 000	18 396 000	7 560 000
250 000	70 000	25 550 000	20 440 000	8 400 000

Tab. 237 - Coefficienti e parametri adottati

dotazione idrica in tempo secco	coefficiente di afflusso in fognatura	coefficiente di riduzione per perdite varie (evaporazione, fanghi etc)	periodo di stoccaggio minimo	apporto idrico specifico	durata del periodo irriguo	pompaggio giornaliero
l/ab*d			d	m3/ha*anno	d/anno	h/d
350	0.8	20%	120	2 500	130	20

Le tecniche disponibili per portare le acque trattate entro i limiti di accettabilità appropriati per l'impiego in agricoltura sono, oltre allo stoccaggio minimo di cui sopra, la cui validità rispetto alla salubrità delle acque deve essere verificata di volta in volta, i trattamenti terziari di sterilizzazione.

Le principali soluzioni economicamente utilizzabili impiegano, quali antibatterici, ossidanti come l'ozono o radiazioni UV.

Entrambe le soluzioni incidono notevolmente sul costo di trattamento finale in quanto richiedono, per essere efficaci, un pretrattamento per l'eliminazione dei solidi sospesi fino a limiti estremamente ridotti. A titolo di esempio si espone il dimensionamento di un impianto terziario nel quale la filtrazione delle acque viene effettuata mediante filtri a cartucce lavabili e rigenerabili ed il trattamento di sterilizzazione mediante UV, il cui costo si colloca ai limiti inferiori, perché tutte le altre soluzioni richiedono, a parità di portate da trattare, impegni economici notevolmente superiori e, nel caso dell'impiego dell'ozono, anche per la sicurezza intrinseca e degli operatori.

Filtrazione

In tutti gli impianti con trattamento secondario del liquame, l'abbattimento dei solidi sospesi che si ottiene nella fase di sedimentazione risulta non sufficiente, quando le acque si devono riutilizzare in agricoltura: in questi casi è necessario un effluente molto limpido (solidi sospesi < 5 mg/l e BOD5 < 5 mg/l).

Per ottenere questi risultati è necessario ricorrere a trattamenti d'affinamento finale atti a rimuovere oltre a buona parte delle particelle sospese sfuggite nella fase di sedimentazione e ottenere un netto miglioramento della qualità dell'effluente.

Con questi trattamenti si riduce la torbidità e si migliorano anche altri parametri (BOD5, COD, carica batterica, colore, ecc.).

Utilizzando filtri a cartuccia che, rispetto ai filtri tradizionali a sabbia, hanno il vantaggio di:

- 1) ridurre sensibilmente le superfici occorrenti;
- 2) avere una grande elasticità di funzionamento;
- 3) ridurre i consumi di energia elettrica perché non sono necessari compressori e pompe di controlavaggio di notevole potenza;
- 4) ottenere filtrazioni fino a dimensioni di pochi micron, con funzioni totalmente automatizzabili e senza presidio d'impianto si ottengono i risultati anzidetti con i minimi costi.

La soluzione di questi problemi si ottiene dal connubio fra cartucce a grande area di filtrazione, ed un sistema di rigenerazione che utilizza di un semplice getto d'acqua che distacca ed allontana il filtrato.

Principali caratteristiche dei filtri autopulenti:

- 1) Semplicità di costruzione;
- 2) Realizzazione in acciaio inox;
- 3) Elevate aree di filtrazione;
- 4) Basse velocità di filtrazione;
- 5) Ridotte dimensioni d'ingombro;
- 6) Possibilità di lavare le cartucce filtranti con detergenti, con possibilità di impiego di prodotti specifici a seconda del filtrato da disgregare;
- 7) Rigenerazione chimica dell'elemento filtrante, quando il lavaggio con acqua e detergenti risulta insufficiente;
- 8) Ridotti volumi di acqua per la rigenerazione (occorrono mediamente 40 ÷ 55 litri di acqua per m2 di superficie da rigenerare);
- 9) Semplicità di costruzione.

I limiti di questi sistemi consistono, principalmente, nella ridotta capacità di trattamento per ciascuna unità installata.

A questi filtri sono normalmente richieste filtrazioni nell'ordine di cinque micron, e' quindi necessario porre a monte di una o più unità di affinazione, un filtro sgrossatore che garantisca l'eliminazione dei solidi sospesi fino a dimensioni di 50 micron.

Torbidità, fanghi biologici etc., hanno dimensioni molto inferiori ai 50 micron, per cui la quantità di materiale da filtrare resta, in ogni caso, notevole.

Per rispondere a questa esigenza è necessario procedere con una filtrazione lenta (portate di 30 ÷ 40 litri/min*m2 di superficie) e ciò richiede grandi superfici.

Le cartucce filtranti forniscono una superficie di filtrazione molto elevata, in uno spazio ridottissimo: a titolo di esempio, un filtro per una portata di 150 m3/h ha un'area di filtrazione di 60 m2, ed è costituito da un cilindro di diametro 600 mm ed altezza di 1.400 mm.

Ai fini di una valutazione fra sistemi simili, si riportano i principali elementi di confronto, a parità di portata da trattare (50 m3/h), tra un filtro al quarzo (filtro a sabbia) ed uno a cartuccia filtrante:

Filtro al quarzo	
Velocità di filtrazione (m/h)	10
Grado di filtrazione (μ)	20
Diametro del serbatoio (mm)	2600
Area di filtrazione (m2)	5
Dimensioni minime necessarie per l'installazione del filtro (m)	(3 * 3)
Volume del quarzo inserito nel serbatoio(m3)	7,5
Portata per il controlavaggio (m3/h)	150
Volume di acqua impiegato per ogni controlavaggio (m3/h)	35 ÷ 40
Volume di acqua occorrente per l'equicorrente (m3)	10

Filtro a cartuccia	
Velocità di filtrazione (m/h)	2,4
Dimensione minima di filtrazione (μ)	5
Limite minimo di filtrazione (μ)	0,35
diametro del serbatoio (mm)	600
Area di filtrazione (m ²)	20
Dimensioni minime per l'installazione (m)	(0,8 * 0,8)
Portata occorrente per un lavaggio del filtro (l/min*m ² *4 min)	40 ÷ 55
Volume massimo di acqua utilizzata per il lavaggio (m ³)	3,2

A questi vantaggi dimensionali e di gestione vanno aggiunti quelli relativi ai bassi costi ed alla semplicità di manutenzione.

Al trattamento terziario di filtrazione, se si vogliono impiegare le acque a fini agricoli, è necessario far seguire un trattamento di sterilizzazione.

La soluzione più economica, con ridotto costo di gestione e con minori rischi per gli operatori, impiega lampade UV.

Di seguito viene descritto il metodo e specificate le ragioni delle affermazioni precedenti.

Sterilizzazione

L'uso del cloro nella sterilizzazione delle acque di scarico, praticato massicciamente negli ultimi cinquanta anni, ha prodotto casi d'inquinamento molto preoccupanti dovuti alla formazione di cloro derivati:

- cloroammine (tossiche);
- cloroformio (cancerogeno e mutageno);
- clorofenoli (odore e sapore nauseabondi);
- clorofenoli (cancerogeni, mutageni e teratogeni).

Il cloro, inoltre, è una sostanza chimica pericolosa da trattare e che richiede una costante manutenzione da parte di personale specializzato e appositi, specifici, locali per immagazzinamento.

Il superamento del cloro come sterilizzante è possibile con gli impianti a raggi ultravioletti che utilizzano una tecnica "pulita" per la disinfezione delle acque di scarico e sono perfettamente ecologici, poiché applicano un metodo fisico di disinfezione del tutto naturale: quello dei raggi solari

Gli impianti U.V. consentono:

- disinfezione rapida e radicale delle acque di scarico;
- abbattimento dei costi d'esercizio e di manutenzione;
- sicurezza sul lavoro;
- eliminazione dei costi di dechlorazione.

I sistemi UV sono impiegati nelle più grandi industrie del mondo e costituiscono una garanzia d'efficacia, sicurezza, funzionalità e tutela dell'ambiente.

Sostanzialmente i due metodi citati sono fortemente attivi nella distruzione d'organismi e microrganismi presenti nell'acqua nell'abbattimento di batteri, (mentre per virus, alghe, muffe, lieviti, funghi, spore sono più efficaci gli UV) ma gli UV sono da preferire per la maggiore efficacia, per la peculiarità del cloro di alterare le proprietà organolettiche dell'acqua (odore nauseabondo e sapore disgustoso in presenza di tracce di fenoli) e perché i suoi prodotti di reazione, sono tossici e sospettati di essere mutageni, teratogeni e cancerogeni.

Ritenendo ben note le tecniche menzionate, di seguito si espongono, riepilogati in una tabella esplicativa, i costi di realizzazione e gestione del trattamento terziario.

Tab. 238 – Costi del trattamento terziario - sezione di filtrazione

abitanti residenti	portata media in tempo secco (Qm)	gruppi di filtrazione (Qmax = m3/h 90)	costo della sezione di trattamento	costo di manutenzione ordinaria	costo di ammortamento	consumo di energia	costo di energia elettrica	costo totale di gestione della sezione	costo unitario	costo unitario
n°	m3/h	n°	€	€/anno	€/anno	kWh/anno	€/anno	€/anno	€/ab*anno	€/m3*anno
10 000	117	2	19 000.00	1 520.00	1 267.00	68 133.33	5 450.67	8 237.67	0.8238	0.0081
15 000	175	2	19 000.00	1 520.00	1 267.00	51 100.00	4 088.00	6 875.00	0.4583	0.0045
20 000	233	3	28 500.00	2 280.00	1 900.00	68 133.33	5 450.67	9 630.67	0.4815	0.0047
25 000	292	4	38 000.00	3 040.00	2 534.00	85 166.67	6 813.33	12 387.33	0.4955	0.0048
30 000	350	4	38 000.00	3 040.00	2 534.00	102 200.00	8 176.00	13 750.00	0.4583	0.0045
35 000	408	5	47 500.00	3 800.00	3 167.00	119 233.33	9 538.67	16 505.67	0.4716	0.0046
40 000	467	6	57 000.00	4 560.00	3 800.00	136 266.67	10 901.33	19 261.33	0.4815	0.0047
45 000	525	6	57 000.00	4 560.00	3 800.00	153 300.00	12 264.00	20 624.00	0.4583	0.0045
50 000	583	7	66 500.00	5 320.00	4 434.00	170 333.33	13 626.67	23 380.67	0.4676	0.0046
75 000	875	10	95 000.00	7 600.00	6 334.00	255 500.00	20 440.00	34 374.00	0.4583	0.0045
100 000	1 167	13	123 500.00	9 880.00	8 234.00	340 666.67	27 253.33	45 367.33	0.4537	0.0044
125 000	1 458	17	161 500.00	12 920.00	10 767.00	425 833.33	34 066.67	57 753.67	0.4620	0.0045
150 000	1 750	20	190 000.00	15 200.00	12 667.00	511 000.00	40 880.00	68 747.00	0.4583	0.0045
175 000	2 042	23	218 500.00	17 480.00	14 567.00	596 166.67	47 693.33	79 740.33	0.4557	0.0045
200 000	2 333	26	247 000.00	19 760.00	16 467.00	681 333.33	54 506.67	90 733.67	0.4537	0.0044
225 000	2 625	30	285 000.00	22 800.00	19 000.00	766 500.00	61 320.00	103 120.00	0.4583	0.0045
250 000	2 917	33	313 500.00	25 080.00	20 900.00	851 666.67	68 133.33	114 113.33	0.4565	0.0045

Tab. 239 – Costi del trattamento terziario - sezione di sterilizzazione

abitanti residenti	portata media in tempo secco (Qm)	gruppi di sterilizzazione	costo della sezione di trattamento	costo di manutenzione ordinaria	costo di ammortamento	consumo di energia	costo di energia elettrica	costo totale di gestione della sezione	costo unitario	costo unitario
n°	m3/h	n°	€	€/anno	€/anno	kWh/anno	€/anno	€/anno	€/ab*anno	€/m3*anno
10 000	117	1	92 000.00	9 200.00	6 133.33	238 466.67	19 077.33	34 410.67	3.4411	0.0337
15 000	175	1	92 000.00	9 200.00	6 133.33	357 700.00	28 616.00	43 949.33	2.9300	0.0287
20 000	233	1	92 000.00	9 200.00	6 133.33	476 933.33	38 154.67	53 488.00	2.6744	0.0262
25 000	292	1	92 000.00	9 200.00	6 133.33	596 166.67	47 693.33	63 026.67	2.5211	0.0247
30 000	350	1	92 000.00	9 200.00	6 133.33	715 400.00	57 232.00	72 565.33	2.4188	0.0237
35 000	408	1	92 000.00	9 200.00	6 133.33	834 633.33	66 770.67	82 104.00	2.3458	0.0230
40 000	467	1	92 000.00	9 200.00	6 133.33	953 866.67	76 309.33	91 642.67	2.2911	0.0224
45 000	525	2	170 000.00	17 000.00	11 333.33	1 073 100.00	85 848.00	114 181.33	2.5374	0.0248
50 000	583	2	170 000.00	17 000.00	11 333.33	1 192 333.33	95 386.67	123 720.00	2.4744	0.0242
75 000	875	2	170 000.00	17 000.00	11 333.33	1 788 500.00	143 080.00	171 413.33	2.2855	0.0224
100 000	1 167	1	85 000.00	8 500.00	5 666.67	2 384 666.67	190 773.33	204 940.00	2.0494	0.0201
125 000	1 458	2	170 000.00	17 000.00	11 333.33	2 980 833.33	238 466.67	266 800.00	2.1344	0.0209
150 000	1 750	2	170 000.00	17 000.00	11 333.33	3 577 000.00	286 160.00	314 493.33	2.0966	0.0205
175 000	2 042	2	170 000.00	17 000.00	11 333.33	4 173 166.67	333 853.33	362 186.67	2.0696	0.0203
200 000	2 333	2	170 000.00	17 000.00	11 333.33	4 769 333.33	381 546.67	409 880.00	2.0494	0.0201
225 000	2 625	2	170 000.00	17 000.00	11 333.33	5 365 500.00	429 240.00	457 573.33	2.0337	0.0199
250 000	2 917	3	255 000.00	25 500.00	17 000.00	5 961 666.67	476 933.33	519 433.33	2.0777	0.0203

I dati indicati nelle tabelle forniscono una informazione sugli ordini di grandezza dei costi e degli effetti sull'utenza.

I dati di riepilogo hanno significato solo se tutte le acque trattate vengono impiegate.

I costi esposti rappresentano quelli minimi tra sistemi di trattamento equivalenti.

Il costo del personale non è stato esposto perché trascurabile rispetto a quello necessario per la conduzione ordinaria.

La procedura di impiego delle acque trattate per l'impiego a fini agricoli richiede la disponibilità di bacini di stoccaggio prossimi agli impianti di depurazione, impianti di sollevamento, reti di distribuzione e superfici sufficienti secondo gli standard esposti nei capitoli precedenti.

In merito al dimensionamento dello stoccaggio, si rimanda alla Tab. 240 ed a quella ove sono riportati i parametri ed i coefficienti adottati.

Tutte le considerazioni esposte e quelle che seguono sono basate sull'assunto del totale impiego delle acque in questione, avendo ipotizzato anche la disponibilità dei terreni irrigui contigui.

Tab. 240 - Dimensionamento dei bacini di stoccaggio

abitanti residenti	disponibilità idrica effettiva	volume minimo da accumulare	volume dello stoccaggio per il totale recupero delle acque trattate	portata complessiva dei sistemi di pompaggio per l'impiego totale delle acque trattate	stima della potenza complessiva necessaria ($\Delta h = m/H_2O \ 80$)	stima dei costi di pompaggio	superficie utile minima necessaria per la realizzazione dello stoccaggio	lato della superficie liquida minima necessaria	lato della superficie minima necessaria per la realizzazione dello stoccaggio	superficie minima effettiva per la realizzazione dello stoccaggio
n°	m3/anno	m3	m3	l/s	kW	€/anno	m2	m	m	ha
10 000	817 600	336 000	481 600	87.35	133.11	27 685.93	48 160.00	219.45	239.95	5.76
15 000	1 226 400	504 000	722 400	131.03	199.66	41 528.89	72 240.00	268.77	289.27	8.37
20 000	1 635 200	672 000	963 200	174.70	266.21	55 371.85	96 320.00	310.35	330.85	10.95
25 000	2 044 000	840 000	1 204 000	218.38	332.76	69 214.81	120 400.00	346.99	367.49	13.50
30 000	2 452 800	1 008 000	1 444 800	262.05	399.32	83 057.78	144 480.00	380.11	400.61	16.05
35 000	2 861 600	1 176 000	1 685 600	305.73	465.87	96 900.74	168 560.00	410.56	431.06	18.58
40 000	3 270 400	1 344 000	1 926 400	349.40	532.42	110 743.70	192 640.00	438.91	459.41	21.11
45 000	3 679 200	1 512 000	2 167 200	393.08	598.97	124 586.67	216 720.00	465.53	486.03	23.62
50 000	4 088 000	1 680 000	2 408 000	436.75	665.53	138 429.63	240 800.00	490.71	511.21	26.13
75 000	6 132 000	2 520 000	3 612 000	655.13	998.29	207 644.44	361 200.00	601.00	621.50	38.63
100 000	8 176 000	3 360 000	4 816 000	873.50	1 331.05	276 859.26	481 600.00	693.97	714.47	51.05
125 000	10 220 000	4 200 000	6 020 000	1 091.88	1 663.82	346 074.07	602 000.00	775.89	796.39	63.42
150 000	12 264 000	5 040 000	7 224 000	1 310.26	1 996.58	415 288.89	722 400.00	849.94	870.44	75.77
175 000	14 308 000	5 880 000	8 428 000	1 528.63	2 329.34	484 503.70	842 800.00	918.04	938.54	88.09
200 000	16 352 000	6 720 000	9 632 000	1 747.01	2 662.11	553 718.52	963 200.00	981.43	1 001.93	100.39
225 000	18 396 000	7 560 000	10 836 000	1 965.38	2 994.87	622 933.33	1 083 600.00	1 040.96	1 061.46	112.67
250 000	20 440 000	8 400 000	12 040 000	2 183.76	3 327.64	692 148.15	1 204 000.00	1 097.27	1 117.77	124.94

Tab. 241 - Dimensionamento dei bacini di stoccaggio

abitanti residenti	disponibilità idrica effettiva	volume minimo da accumulare	portata complessiva dei sistemi di pompaggio o per l'impiego totale delle acque trattate	stima della potenza complessiva necessaria ($\Delta h = m/H_2O \ 80$)	stima dei costi di pompaggio	costo di costruzione degli impianti di distribuzione	ammortamento degli impianti	costo di manutenzione degli impianti di distribuzione	personale impiegato	costo per il personale	spese generali, utili d'impresa, imprevisti etc	totale costi	costo unitario	costo unitario
n°	m3/anno	m3	l/s	kW	€/anno	€	€/anno	€/anno	n°	€/anno	€/anno	€/anno	€/m3	€/ha
10 000	817 600	336 000	87	133	27 686	3 924 480	98 112	39 245	0.50	12 500	12 936	190 479	0.2330	582
15 000	1 226 400	504 000	131	200	41 529	5 886 720	147 168	58 867	0.50	12 500	17 842	277 906	0.2266	567
20 000	1 635 200	672 000	175	266	55 372	7 848 960	196 224	78 490	0.50	12 500	22 747	365 333	0.2234	559
25 000	2 044 000	840 000	218	333	69 215	9 811 200	245 280	98 112	1.00	25 000	30 778	468 385	0.2292	573
30 000	2 452 800	1 008 000	262	399	83 058	11 773 440	294 336	117 734	1.00	25 000	35 684	555 812	0.2266	567
35 000	2 861 600	1 176 000	306	466	96 901	13 735 680	343 392	137 357	1.50	37 500	43 714	658 864	0.2302	576
40 000	3 270 400	1 344 000	349	532	110 744	15 697 920	392 448	156 979	1.50	37 500	48 620	746 291	0.2282	570
45 000	3 679 200	1 512 000	393	599	124 587	17 660 160	441 504	176 602	2.50	62 500	59 775	864 968	0.2351	588
50 000	4 088 000	1 680 000	437	666	138 430	19 622 400	490 560	196 224	2.50	62 500	64 681	952 395	0.2330	582
75 000	6 132 000	2 520 000	655	998	207 644	29 433 600	735 840	294 336	2.50	62 500	89 209	1 389 529	0.2266	567
100 000	8 176 000	3 360 000	874	1 331	276 859	39 244 800	981 120	392 448	2.50	62 500	113 737	1 826 664	0.2234	559
125 000	10 220 000	4 200 000	1 092	1 664	346 074	49 056 000	1 226 400	490 560	4.00	100 000	147 640	2 310 674	0.2261	565
150 000	12 264 000	5 040 000	1 310	1 997	415 289	58 867 200	1 471 680	588 672	4.00	100 000	172 168	2 747 809	0.2241	560
175 000	14 308 000	5 880 000	1 529	2 329	484 504	68 678 400	1 716 960	686 784	4.00	100 000	196 696	3 184 944	0.2226	556
200 000	16 352 000	6 720 000	1 747	2 662	553 719	78 489 600	1 962 240	784 896	4.00	100 000	221 224	3 622 079	0.2215	554
225 000	18 396 000	7 560 000	1 965	2 995	622 933	88 300 800	2 207 520	883 008	4.00	100 000	245 752	4 059 213	0.2207	552
250 000	20 440 000	8 400 000	2 184	3 328	692 148	98 112 000	2 452 800	981 120	4.00	100 000	270 280	4 496 348	0.2200	550

Di seguito si riporta la tabella di riepilogo generale, dove sono esposti i costi complessivi, relativi all'intero sistema, dal trattamento di finissaggio alla distribuzione.

Tab. 242 – Riepilogo generale

abitanti residenti	superficie irrigabile massima (stima)	costo totale di gestione della sezione di sterilizzazione	costo totale di gestione della sezione di filtrazione	totale costi di distribuzione delle acque trattate	costo totale	costi unitari
n°	ha	€/anno	€/anno	€/anno	€/anno	€/ha
10 000	327.04	19 577.33	3 459.33	190 479	213 515.59	652.87
15 000	490.56	29 616.00	5 555.00	277 906	313 076.89	638.20
20 000	654.08	39 154.67	6 917.67	365 333	411 405.19	628.98
25 000	817.60	48 693.33	8 280.33	468 385	525 358.48	642.56
30 000	981.12	58 732.00	10 376.00	555 812	624 919.78	636.95
35 000	1 144.64	68 270.67	11 738.67	658 864	738 873.07	645.51
40 000	1 308.16	78 309.33	13 835.33	746 291	838 435.37	640.93
45 000	1 471.68	87 848.00	15 198.00	864 968	968 013.67	657.76
50 000	1 635.20	97 386.67	16 560.67	952 395	1 066 341.96	652.12
75 000	2 452.80	146 080.00	24 840.00	1 389 529	1 560 449.44	636.19
100 000	3 270.40	194 773.33	33 120.33	1 826 664	2 054 557.93	628.23
125 000	4 088.00	243 466.67	41 400.67	2 310 674	2 595 541.41	634.92
150 000	4 905.60	292 160.00	49 680.00	2 747 809	3 089 648.89	629.82
175 000	5 723.20	340 853.33	57 960.33	3 184 944	3 583 757.37	626.18
200 000	6 540.80	389 546.67	66 240.67	3 622 079	4 077 865.85	623.45
225 000	7 358.40	438 240.00	74 520.00	4 059 213	4 571 973.33	621.33
250 000	8 176.00	486 933.33	82 800.33	4 496 348	5 066 081.81	619.63

2.4 Fitodepurazione e ricostituzione delle aree umide (wetlands)

La ricostituzione di aree umide è una tipologia di trattamento del refluo che può sostanzialmente essere ricondotta ai metodi di fitodepurazione.

Per le piccole comunità (fino a circa 1.000 A.E.) il costo di un impianto di fitodepurazione è mediamente più elevato se confrontato al costo di impianti biologici tradizionali.

I costi di investimento subiscono un forte effetto scala, diminuendo all'aumentare della potenzialità dell'impianto, ma rimangono sempre piuttosto elevati (da 1.000 a circa 500 €/A.E.). Analogo discorso vale per i costi di gestione totali (da 100 a circa 50 €/A.E.).

Le principali voci che incidono sul costo di un impianto di fitodepurazione e le percentuali di incidenza delle stesse sul costo totale sono frutto delle esperienze maturate da esperti nel settore. I costi di alcune operazioni possono infatti apparire notevolmente diversi da regione a regione, talvolta anche da provincia a provincia, perché influenzati da fattori economici strettamente legati a variabili locali: ciò si verifica in particolare per gli scavi e movimentazioni terra, per i substrati di riempimento e per le opere di impermeabilizzazione.

Nonostante la tecnologia impiegata per la loro costruzione, le aree umide costruite non possono sempre garantire il raggiungimento degli standard di concentrazione degli inquinanti allo scarico

imposti per legge. Esse infatti sono soggette alla variabilità delle condizioni meteorologiche che condizionano sia positivamente, sia negativamente, le rese della depurazione.

I vantaggi offerti in ambito tecnologico dalle aree umide costruite, soprattutto per il trattamento dei reflui provenienti da piccole comunità difficilmente allacciabili alle reti fognarie dei depuratori consortili, possono essere facilmente equilibrati dall'avanzamento della tecnologia di impianti di trattamento a fanghi attivi compatti, affidabili ed automaticamente controllati.

Negli ultimi decenni, lo studio per la comprensione dei processi di rimozione degli inquinanti dalle aree umide ha condotto a risultati alquanto positivi ed ha selezionato le tecnologie migliori per la ricostruzione di queste aree. Le zone umide ricostruite si inseriscono in un segmento della catena del risanamento ambientale, a valle degli scarichi puntiformi, dove la tecnologia matura di depurazione non può intervenire, ed a monte del riutilizzo delle acque superficiali per scopi di ricreazione, potabilizzazione ed altro.

I vantaggi delle aree umide ricostruite possono essere così elencati:

- le aree umide ricostruite non competono con gli impianti di depurazione tradizionali o di futura concezione;
- le aree umide ricostruite non competono con gli impianti di depurazione a valle del punto dello scarico con trattamenti di finissaggio del refluo e con capacità di stoccaggio delle acque di sfioro delle reti fognarie durante gli eventi di precipitazione;
- le aree umide ricostruite sono particolarmente adatte a ricostituire la capacità di autodepurazione dei corpi idrici superficiali, perduta a causa di interventi di regimazione idraulica poco rispettosi delle esigenze ambientali;
- le aree umide ricostruite, oltre al vantaggio della rimozione degli inquinanti, possono offrire anche molti altri vantaggi come per esempio la ricostituzione dell'habitat naturale e della biodiversità, il controllo delle inondazioni e la ricarica delle falde, l'uso ricreativo e didattico dell'area.

Naturalmente, la ricostruzione di aree umide con le finalità e le caratteristiche appena elencate comporta anche svantaggi:

- la ricostruzione di aree umide prevede la sottrazione di terreni all'agricoltura;
- la ricostruzione delle aree umide prevede la presenza di acquitrini e suoli umidi al posto di terreni agricoli;
- la ricostruzione di aree umide prevede il deprezzamento dei terreni destinati al cambiamento d'uso e conseguentemente un danno economico per il proprietario che può essere risarcito con l'esproprio a prezzi di legge alquanto più elevati di quelli di mercato;
- le aree umide ricostruite, a causa delle variabilità meteorologiche, non possono sempre garantire il rispetto degli standard di qualità fissati per legge.

La ricostruzione delle aree umide può essere attuata anche al fine della depurazione di tronchi fluviali in zone sensibili o di particolare pregio ambientale. Per giustificare la ricostruzione di aree umide è opportuno chiarire che la rimozione degli inquinanti dalle acque superficiali è possibile solo sfruttando processi naturali di rimozione, restituendo ed ottimizzando la capacità di depurazione dei corpi idrici.

Naturalmente questa opportunità va utilizzata dopo che tutti gli sforzi di prevenzione e depurazione siano stati praticati e dopo che l'inquinamento residuo versato nel corpo idrico sia stato minimizzato. Le aree umide ricostruite sono l'unica tecnica possibile per rimuovere l'inquinamento residuo sfuggito alle pratiche di prevenzione e depurazione.

Oltre alle ragioni ambientali di riqualificazione delle acque superficiali, le aree umide ricostituite soddisfano anche esigenze idrauliche e di protezione civile, talvolta prioritarie rispetto a quelle ambientali. Esse consentono di disporre nuovamente di aree di espansione delle piene e di ridurre in questo modo il rischio di esondazioni.

La ricostruzione di queste aree è però assai delicata. Le aree umide sono ecosistemi molto complessi che richiedono di essere profondamente capiti per poter essere ricostruiti correttamente e per poter essere sfruttati ai fini del recupero ambientale. Essi, infatti, separano e trasformano le sostanze inquinanti utilizzando processi fisici, chimici e biologici che possono avvenire simultaneamente o sequenzialmente durante la permanenza dell'acqua all'interno dell'area.

3 TRATTAMENTO DEI REFLUI DI ORIGINE ZOOTECNICA E RIDUZIONE DEI CARICHI DIFFUSI DI ORIGINE AGRICOLA

Sono stati valutati, dal punto di vista economico ed ambientale, le seguenti azioni:

- 1) Riduzione dell'uso dei concimi chimici;
- 2) Introduzione del metodo di coltivazione biologico;
- 3) Rispetto del Codice di Buona Pratica Agricola;
- 4) Istituzione di fasce tampone per laghi e corsi d'acqua;
- 5) Trasformazione dei liquami zootecnici in compost;
- 6) Allevamento di suino su lettiera e produzione di letame maturo;
- 7) Risparmio idrico, attraverso l'adozione di irrigazione a goccia.

Ciascuna azione è sinteticamente descritta nei paragrafi 3.1 - 3.7 mediante gli elementi principali che la contraddistinguono e che sono:

- *aree di intervento*: sono individuate le tipologie di area nelle quali gli effetti dell'azione possono manifestarsi con maggiore efficacia;
- *funzioni ambientali*: sono sintetizzate le funzioni ambientali che sono innescate dall'azione, dando la precedenza a quelle che hanno un diretto rapporto con la tutela delle acque;
- *analisi economica*: sono indicate le voci di costo considerate nell'analisi economica, nonché i criteri utilizzati per la determinazione delle stesse;
- *dati tecnici e criteri di intervento*: in questa sezione sono sintetizzati i principali dati tecnici (strutturali, dimensionali, gestionali) relativi all'azione considerata, e, se necessari alla completezza dell'informazione, i criteri di intervento.

Nel paragrafo 3.8 vengono presentati alcuni dati economici e parametri ambientali di base per le diverse situazioni prospettate. Alcuni di questi sono stati desunti di volta in volta da documenti ufficiali a livello regionale o da altre fonti, mentre altri dati, in particolare i risultati dei conti colturali relativi agli scenari che prevedono modifiche nelle colture e/o nelle tecniche colturali, ed i relativi parametri ambientali, vengono forniti nella presente relazione.

Le valutazioni economiche sono state sviluppate mediante il metodo dell'analisi costi – ricavi, così da porre in evidenza i costi di investimento (se presenti) ed i costi di esercizio legati all'attuazione di ciascuno degli scenari di riferimento, nonché l'eventuale incidenza sul livello dei ricavi.

Le valutazioni ambientali sono consistite nel calcolo di alcuni indici in grado di rappresentare il livello di impatto ambientale derivante dalle diverse azioni. Il calcolo degli indici è stato effettuato mediante l'uso del modello Planetor, modello informatizzato creato dal Center for Farm Financial Management dell'Università del Minnesota (USA).

Infine nel paragrafo 3.9 sono contenute alcune analisi comparative realizzate sfruttando i dati che si evincono dall'analisi dei vari scenari.

3.1 Riduzione dell'uso dei concimi chimici

Aree di intervento: questa misura prevede la riduzione di concimi chimici di tipo azotato per una quota almeno pari al 30% rispetto ai valori consigliati dal Codice di Buona Pratica Agricola che, seppure con diversa priorità su scala regionale, è in grado di garantire vantaggi ambientali rilevanti sulle risorse idriche profonde e superficiali. La priorità è funzione della vulnerabilità del territorio interessato ai nitrati di origine agricola.

Funzioni ambientali: la problematica dell'inquinamento dei nitrati nelle falde acquifere è in stretto legame con quella della salubrità degli alimenti, poiché la presenza dei composti dell'azoto (soprattutto nelle forme ossidate) causa la formazione di patologie a livello gastrico ed ematico, particolarmente pericolosa per l'età infantile. Per questo motivo, oltre alla garanzia di un ridotto livello di nitrati nelle falde deve essere data pari importanza anche alla problematica dell'accumulo dei prodotti dell'azoto in alcuni vegetali.

Accanto a questi aspetti, ve ne sono altri più generali, il più importante dei quali riguarda quello dell'efficienza energetica delle produzioni agricole; infatti, oltre al rischio della perdita di azoto per lisciviazione, bisogna tenere conto anche dello spreco di energia conseguente e, quindi, del maggiore consumo energetico per unità di prodotto agricolo ottenuto.

Altro elemento da considerare è quello legato all'eutrofizzazione dei corpi idrici con tutti i problemi che ne conseguono in termini di modifica dell'ecosistema acquatico. Questo ultimo aspetto, in ogni caso, è strettamente connesso anche al ciclo del fosforo che, escludendo apporti zootecnici o domestici, non può prescindere dalla valutazione dell'erosione.

Analisi economica: l'unica voce di costo nell'introduzione di sistemi agricoli a minore consumo di azoto è rappresentato dalla minore produzione e, quindi, dal minore reddito, che l'agricoltore ottiene dalla propria attività. La riduzione degli apporti di azoto non sempre ha una proporzionalità diretta con la riduzione di produzione, poiché spesso l'imprenditore agricolo è spinto ad un impiego più razionale e, quindi, più efficiente della minore quota di elemento nutritivo.

Nell'analisi economica vanno computati anche i premi che provengono da regolamenti comunitari che hanno proprio la finalità di risarcire l'agricoltore del minore reddito conseguente alla riduzione dei concimi chimici impiegati.

Dati tecnici e criteri di intervento: poiché l'obiettivo della misura in oggetto è quello di garantire una maggiore qualità delle acque, con particolare riferimento a quelle destinate al consumo umano, appare evidente che la priorità dell'intervento debba essere data alle aree con acquiferi a vulnerabilità elevata o molto elevata ai nitrati di origine agricola. Ciò non significa che la tutela dai nitrati non debba essere attuata anche per acquiferi meno problematici ma, nell'ottica del D.Lgs 152/99 e successive modificazioni, è necessario far sì che tutte le risorse idriche possano giungere ad un livello qualitativo quanto più possibile elevato, a partire dalle situazioni più difficili.

Per le aziende zootecniche dovrebbe essere fortemente incentivata la letamazione ed il compostaggio: una delle fonti di azoto più problematiche per quantità e difficoltà di gestione è infatti quella zootecnica, soprattutto quando questa attività non è connessa funzionalmente all'attività agricola. Per tale motivo si ritiene che la letamazione o il compostaggio debbano essere processi normalmente utilizzati nella gestione dei reflui, relegando la fertirrigazione a situazioni assolutamente particolari e numericamente ridotte. Per ottenere questo obiettivo, possono essere adottate norme di comando e controllo, incentivi finanziari o facilitazioni di tipo burocratico/procedurale per la gestione del letame e compost di origine zootecnica.

Per aziende di maggiori dimensioni oppure per quelle ubicate in aree con acquiferi a vulnerabilità elevata o molto elevata, è necessario prevedere la predisposizione di piani di concimazione, redatti da professionisti competenti in materia, sulla base di un'attenta fase di analisi e di conoscenza di tutti i fattori ambientali che agiscono sul ciclo dell'azoto, anche prevedendo l'impiego di specifici modelli di simulazione. Ciò garantirebbe un approccio tecnico scientifico alla concimazione che, seppure con una immaginabile difficile fase iniziale, porterebbe a vantaggi sia economici che ambientali.

3.2 Introduzione del metodo di coltivazione biologica

Aree di intervento: questa misura prevede l'applicazione di tecniche di agricoltura biologica secondo ben precisi disciplinari di produzione. In particolare, è vietata l'applicazione di prodotti chimici di sintesi e viene posto come base della tecnica l'incremento o, almeno, il mantenimento della fertilità biologica dei suoli. E' una misura particolarmente idonea ad essere applicata in zone di montagna o alta collina e/o in aree con acquiferi a vulnerabilità elevata o molto elevata, proprio per l'elevato livello di protezione che è in grado di garantire. Il mancato impiego di input chimici di sintesi determina una riduzione della produzione e, quindi, una riduzione dei redditi degli agricoltori, solo in parte recuperata dal maggiore prezzo che i prodotti spuntano sul mercato. Per tali ragioni, anche se è auspicabile l'applicazione di questa azione in tutto il territorio regionale, assume maggiore importanza per le aree con particolari problematiche ambientali.

Funzioni ambientali: per sua natura, la tecnica colturale biologica garantisce il non utilizzo di prodotti chimici di sintesi. Sia i prodotti fitosanitari che i concimi utilizzati sono di origine naturale e la loro applicazione è vista nel rispetto della fertilità biologica dei suoli e, in generale, delle risorse naturali. Dai dati ottenuti dalle simulazioni, l'azoto lisciviato viene sensibilmente ridotto soprattutto in aree con suoli che danno meno garanzie di protezione della falda, il che rappresenta un'ulteriore indicazione dell'importanza di applicare il biologico soprattutto nelle situazioni di maggiore vulnerabilità.

Altro aspetto connesso all'attuazione del biologico è quello del rispetto delle risorse genetiche. L'assenza di trattamenti chimici di sintesi impone la scelta di varietà naturalmente resistenti alle varie patologie e, quindi, la ricerca di varietà locali, ecotipi, o, comunque, popolazioni con genotipi adattati all'ambiente in cui vengono coltivate le specie con tecnica biologica. Ciò, evidentemente, è un elemento di resistenza alla semplificazione del patrimonio genetico in corso che sta minando seriamente le risorse genetiche agrarie. Inoltre, l'assenza di trattamenti garantisce anche un maggiore rispetto della flora spontanea e della entomofauna e, quindi, della biodiversità naturale degli ecosistemi agrari.

La maggiore salubrità del prodotto è un aspetto che deriva proprio dalle peculiarità del biologico. E' importante precisare che la garanzia di tale caratteristica si ha soltanto se tutto il processo produttivo è di tipo biologico, dalla produzione della semente a quella, più delicata, del confezionamento e commercializzazione del prodotto.

Analisi economica: la valutazione dei costi viene fatta sulla base della minore produzione e, quindi, del minore reddito che l'agricoltore ottiene dalla propria attività a seguito dell'attuazione di tecniche colturali biologiche. E' importante precisare che il prodotto biologico è caratterizzato da un "valore aggiunto" derivante sia dalla garanzia del maggiore rispetto delle risorse naturali durante il processo di produzione che dalle garanzie di salubrità del prodotto che non è stato interessato da composti chimici di sintesi; d'altra parte il maggiore prezzo conseguente di vendita ripaga solo parzialmente il minore reddito dell'agricoltore biologico rispetto a quello tradizionale.

Dati tecnici e criteri di intervento: la tecnica colturale biologica, pur tenendo in grande considerazione le esigenze ambientali, risulta penalizzante per il reddito agricolo. Per tale motivo, è consigliabile un incremento dell'applicazione del biologico assistito da contributi pubblici solo su aree vulnerabili nei confronti dei fitofarmaci o dell'azoto o, comunque, in situazioni dove il contesto territoriale e ambientale richiede un tipologia di agricoltura rispettosa delle risorse naturali. Ciò non significa che in aree meno problematiche dal punto di vista ambientale non debba essere incentivata l'agricoltura biologica, ma ciò deve essere attuato studiando un meccanismo di gradualità dell'incentivazione in funzione dell'esigenza effettiva di ridurre gli inquinanti di origine agricola.

3.3 Rispetto del Codice di Buona Pratica Agricola

Aree di intervento: questa misura prevede l'applicazione di concimi chimici di tipo azotato in quantità consigliate dal Codice di Buona Pratica Agricola. La misura si pone ad un livello intermedio tra la tecnica colturale definita "standard" e quella che prevede una riduzione dei concimi chimici a partire dalle indicazioni del Codice di Buona Pratica Agricola. Inoltre, l'applicazione del Codice di Buona Pratica Agricola è un obbligo di legge (D.Lgs 152/99 e ss.mm.) in determinate aree a vulnerabilità accertate e, pertanto, in tali ambiti non si tratta di una scelta dell'imprenditore agricolo (magari incentivata da contributi pubblici) ma, bensì, di una tipica azione di comando e controllo.

Funzioni ambientali: analoghe a quelle dello scenario che prevede la riduzione di concimi chimici dato che si tratta di interventi simili applicati in misura diversa.

Analisi economica: la valutazione dei costi viene fatta sulla base della eventuale minore produzione e, quindi, del minore reddito che l'agricoltore ottiene dalla propria attività a seguito della modifica della tecnica colturale ritenuta "standard". Tale aspetto può essere agevolmente valutato redigendo specifici conti colturali per le varie situazioni. Non sempre la tecnica standard si discosta sensibilmente da quella proposta dal CBPA, pertanto anche i risultati economici possono essere poco diversi. Ciò nonostante, la differenze maggiori si riscontrano in contesti dove le colture più praticate sono quelle che richiedono maggiori apporti azotati e, quindi, la valutazione dei costi e dei vantaggi economici ha una rilevante importanza.

Dati tecnici e criteri di intervento: l'applicazione delle regole stabilite dal Codice di Buona Pratica Agricola è una misura da applicare almeno in tutti gli ambiti con acquiferi a vulnerabilità accertata. Peraltro, il Codice di Buona Pratica Agricola ha come principale finalità proprio quella della tutela delle risorse idriche dall'inquinamento da nitrati e, per tale motivo, stabilisce una serie di azioni che vanno ben oltre la semplice definizione delle quantità massima di azoto da impiegare.

3.4 Istituzione di fasce tampone per laghi e corsi d'acqua

Aree di intervento: l'impiego è indicato sia per bacini lacustri che per corsi d'acqua al fine di garantire un miglioramento della qualità del corpo idrico interessato.

Funzioni ambientali: la più importante funzione delle fasce tampone è senza dubbio quella della fitodepurazione delle acque superficiali, sia attraverso meccanismi fisici che chimico biologici; in ogni caso, queste strutture esercitano anche azioni "secondarie" di rilievo ambientale che possono essere riassunte nelle seguenti voci:

- riduzione dei nutrienti che raggiungono i corpi idrici;
- riduzione dell'energia cinetica delle piogge e, quindi, contenimento dell'erosione superficiale;
- modifica del microclima e funzione di barriere assorbenti;
- incremento della biodiversità degli agroecosistemi;
- controllo delle emissioni antropogeniche di CO₂;
- miglioramento del paesaggio agrario;
- riqualificazione dell'ambiente fluviale o lacustre.

Analisi economica: nella realizzazione delle fasce tampone è necessario tenere conto di alcuni aspetti di particolare importanza per la quantificazione dei costi. Innanzitutto è necessario scegliere se far gravare sul fondo un vincolo di uso mantenendo l'assetto proprietario esistente, oppure se prevedere l'attuazione di procedure di esproprio. Nel primo caso l'indennità verrà calcolata sulla base dei mancati redditi normalmente percepiti per l'uso agricolo dell'area mentre, nel secondo caso, poiché verosimilmente l'area da espropriare rientra nella fascia di rispetto fluviale, potranno essere applicati i valori agricoli medi in vigore per le singole zone. In funzione della scelta attuata, la manutenzione della fascia graverà sul proprietario oppure sull'Ente gestore e, quindi, i relativi costi da computare rappresenteranno una voce che nel primo caso si andrà ad aggiungere all'indennità, mentre nel secondo caso dovrà rientrare nei piani pluriennali di manutenzione dell'Ente individuato come competente della gestione.

Indipendentemente dalla procedura scelta, dovranno essere anche computati il costo di realizzazione della fascia, utilizzando i prezzi del prezziario regionale vigente, ovvero eseguendo una specifica analisi prezzi. In ogni caso la procedura di realizzazione sarà quella definita dalla L.109/94 e s.m.i..

Inoltre dalla gestione di fasce tampone arboree possono derivare alcuni benefici economici, anche a parziale recupero dei costi sostenuti per la realizzazione e la manutenzione, legati alla produzione di legna da industria, legna da ardere e biomasse ad uso energetico.

Dati tecnici e criteri di intervento: secondo alcuni dati presenti in letteratura anche una dimensione delle fasce pari a 3 -5 m risulterebbe in grado di limitare le concentrazioni di nutrienti (Dillaha et al. 1989; Simmons et al. 1992); il diverso grado di abbattimento, operato da una fascia tampone, può dipendere dalla larghezza della fascia, oltre che dal tipo di vegetazione, (Klausner et al., 1974; Hubbard e Lowrance, 1996; Srivastava et al., 1996, Eghball e Gilley, 1999) in relazione alle esigenze nutrizionali della pianta.

Altri studi evidenziano che la vegetazione arborea è più efficace nella rimozione degli inquinanti presenti nelle acque di falda (in particolare i nitrati) rispetto alla vegetazione erbacea, (Chescheir et al., 1992; Haycock e Pinay, 1993; Jordan et al., 1993; Pearce et al., 1997) che risulta maggiormente efficace nel trattenere i sedimenti e gli inquinanti ad essi adsorbiti rispetto a piante arboree (Correl 1991; Vought et al. 1991; Osborne e Kovacic 1993). Quindi una fascia a vegetazione arborea ed erbacea ottimizzerebbe l'effetto tampone sui principali inquinanti di origine agricola (Correl, 1991; Welsch 1991; Daniel e Gilliam, 1996; Eghball e Gilley, 1999).

La scelta delle specie deve necessariamente essere fatta sulla base di un elenco di essenze autoctone, tenendo come base quello del Regolamento n. 7/2002, in attuazione della L.R. 28/01 – Testo unico per le foreste, a cui verranno applicati i prezzi rilevati nel vigente prezziario regionale.

3.5 Trasformazione dei liquami zootecnici in compost

Aree di intervento: ancorché auspicabile in ogni situazione, la pratica del compostaggio dei reflui zootecnici può apportare maggiori benefici alla qualità delle acque, sia superficiali che profonde, in territori situati in bacini imbriferi con sistemi idrologici in particolari situazioni di criticità, come pure in zone vulnerabili o caratterizzate dalla presenza di acquiferi sensibili.

Funzioni ambientali: il compostaggio dei reflui zootecnici è una pratica rivolta prevalentemente ai liquami, reflui con frazione liquida molto elevata e non palabili, che è causa di difficile gestione e smaltimento. Per questa ragione, le funzioni ambientali che derivano dall'azione del compostaggio sono nella maggior parte dei casi legate al fatto che, invece di utilizzare i liquami come fertilizzante per i suoli, con tutte le problematiche ambientali connesse, viene utilizzato il compost ottenuto dal processo di trasformazione. La natura solida di questo materiale, oltre alle trasformazioni chimiche avvenute durante il processo, determinano come conseguenza la riduzione del rischio di inquinamento delle acque da nitrati, fosforo e da metalli pesanti, oltre alla riduzione del rischio di contaminazione biologica.

L'uso di sostanza organica solida come fertilizzante, produce inoltre un effetto ammendante del suolo, con conseguente miglioramento delle proprietà chimico-fisico, nonché biologiche dei suoli agrari.

Un altro importante problema collegato all'uso dei liquami come fertilizzanti è quello dei cattivi odori che si diffondono durante l'operazione di spandimento, e nei giorni successivi. Poiché il compost ottenuto è un materiale completamente inodore, assimilabile ad un terriccio, un altro aspetto non trascurabile è quello dell'abbattimento dei cattivi odori.

Analisi economica: il costo di investimento si presenta certamente come quello più gravoso, e consiste nella realizzazione di una platea in cemento armato con murature laterali, una copertura, generalmente in policarbonato, e l'acquisto del digestore. Naturalmente, il costo è proporzionale alle dimensioni dell'impianto, che a loro volta sono commisurate alla quantità di reflui da trasformare. Una più razionale suddivisione dei costi può essere ottenuta con impianti che servono più allevamenti. Per le opere murarie e per la copertura è possibile rifarsi ai prezzi del prezziario regionale vigente, oppure eseguire una specifica analisi prezzi, necessaria invece per il digestore.

Ci sono poi i costi di esercizio, essenzialmente costituiti da: consumo di energia elettrica, approvvigionamento della massa inerte, operazioni di manutenzione, la cui entità è derivabile da una specifica analisi dei prezzi. Per alcuni esempi si veda il par. 3.8.4.

Dati tecnici e criteri di intervento: le deiezioni suine vengono utilizzate per attivare un sistema di biodigestione che avviene in apposito reattore aerobico. Il reattore è costituito da una platea in calcestruzzo delimitata nella lunghezza da muretti di contenimento e riempita da una massa di materiale legnocellulosico. Un'attrezzatura meccanica semovente su appositi binari, lungo i muretti longitudinali, percorre periodicamente la platea, effettuando le operazioni di distribuzione del liquame prima, e movimentazione ed arieggiamento della biomassa poi. I liquami freschi vengono prelevati con una pompa dalla fossa di raccolta e distribuiti sulla superficie della biomassa da un'apposita barra distributrice portata dalla macchina. Passaggi successivi della macchina permettono la miscelazione e l'arieggiamento della biomassa per mezzo di organi a coclea con asse di rotazione verticale nella

massa vegetale del substrato. Vengono così mantenute costantemente le condizioni di aerobiosi che portano ad una degradazione e ristrutturazione della sostanza organica con sviluppo spontaneo di calore e quindi intensa evaporazione dell'acqua presente nei liquami. Il processo descritto avviene per circa 180 giorni al termine dei quali il reattore viene svuotato ed il prodotto è pronto per essere utilizzato, immagazzinato o commercializzato.

3.6 Allevamento di suino su lettiera e produzione di letame maturo

Aree di intervento: questa pratica, sempre auspicabile, assume particolare rilevanza ed è in grado di apportare maggiori benefici alla qualità delle acque, sia superficiali che profonde, in territori situati in bacini imbriferi con sistemi idrologici in particolari situazioni di criticità, come pure in zone vulnerabili o caratterizzate dalla presenza di acquiferi sensibili. Ciò per il fatto che non producendo reflui liquidi, diminuisce considerevolmente il rischio di percolazione in profondità o di ruscellamento nelle acque superficiali di queste sostanze.

Funzioni ambientali: la produzione di letame, come conseguenza di un allevamento su lettiera di paglia, comporta una serie di benefici che sono legati al fatto che, invece di utilizzare i liquami come fertilizzante per i suoli, con tutte le problematiche ambientali connesse, viene utilizzato il letame maturo, ottenuto dallo svuotamento delle stalle e successiva maturazione in apposita platea coperta. La gestione di una sostanza solida come il letame comporta una riduzione dei rischi di contaminazione delle acque anche in fase di gestione e stoccaggio, oltre che di distribuzione dei reflui. In fase di utilizzazione agronomica, la natura solida di questo materiale, oltre alle trasformazioni chimiche avvenute durante il processo di maturazione, determinano come conseguenza la riduzione del rischio di inquinamento delle acque da nitrati, fosforo e da metalli pesanti, oltre alla riduzione del rischio di contaminazione biologica.

L'uso di sostanza organica solida come fertilizzante, produce inoltre un effetto ammendante del suolo, con conseguente miglioramento delle proprietà chimico-fisico, nonché biologiche dei suoli agrari.

Un altro importante problema collegato all'uso dei liquami come fertilizzanti è quello dei cattivi odori che si diffondono durante l'operazione di spandimento, e nei giorni successivi. Il letame maturo ottenuto, peraltro con l'aggiunta di apposite sostanze capaci di abbattere gli odori, è quasi inodore.

Analisi economica: Il costo di investimento consiste nella realizzazione di una platea in cemento armato con murature laterali, e di una copertura, che può essere in lamiera sagomata, oppure in policarbonato, che deve assicurare che l'acqua di pioggia non venga a contatto con il letame, con conseguenti pericolosi dilavamenti. Anche in questo caso, come nel precedente, il costo è proporzionale alle dimensioni dell'allevamento, vale a dire alla quantità di reflui da smaltire. Per le opere murarie e per la copertura è possibile rifarsi ai prezzi del prezziario regionale vigente, oppure eseguire una specifica analisi prezzi.

Ci sono poi i costi di esercizio, essenzialmente costituiti dall'approvvigionamento della paglia e degli additivi, e dalle operazioni di manutenzione, la cui entità è derivabile da una specifica analisi dei prezzi.

Dati tecnici e criteri di intervento: i suini vengono allevati direttamente su lettiera di paglia, periodicamente trattata con additivi specifici per l'abbattimento degli odori. Condizione necessaria, in caso di trasformazione di un allevamento esistente, è la modifica del pavimento da grigliato a pieno, su cui porre la lettiera. Ciò comporta il riempimento con cemento, ed una serie di modifiche minori al sistema dei box e recinti interni, per consentire la movimentazione della lettiera. La paglia viene aggiunta ogni due giorni, cosicché, partendo da uno strato di circa 10-15 cm, si arriva a fine ciclo ad uno spessore di oltre 40 cm. La lettiera esausta viene portata fuori a fine ciclo, ed accumulata nella apposita struttura a trincea di cemento, coperta con tettoia per evitare il dilavamento da parte delle acque piovane. Il periodo di maturazione è piuttosto lungo, 3-5 mesi, che sono in grado di garantire un abbattimento dell'azoto e la formazione di un composto che acquisisce importanti caratteristiche ammendanti del terreno, oltre che fertilizzanti.

3.7 Risparmio idrico, attraverso l'adozione di irrigazione a goccia

Aree di intervento: auspicabile in ogni situazione tecnicamente possibile, l'irrigazione a goccia può apportare maggiori benefici, in termini di razionalizzazione e riduzione dell'uso delle acque, ed in termini di rispetto della qualità delle acque, sia superficiali che profonde, in territori situati in bacini imbriferi con sistemi idrologici in particolari situazioni di criticità, come pure in zone vulnerabili o caratterizzate dalla presenza di acquiferi sensibili.

Funzioni ambientali: il primo e più immediato vantaggio ambientale che si ottiene dalla pratica dell'irrigazione a goccia è quello della riduzione dei consumi idrici, per effetto del notevole miglioramento dell'efficienza dell'irrigazione, con conseguente eliminazione del fenomeno degli sprechi e della dispersione di ingenti quantitativi di acqua prima che questa raggiunga le radici delle piante. A tale beneficio ambientale si deve aggiungere la riduzione di fenomeni di erosione del suolo,

per la pressoché nulla capacità erosiva di questo metodo di somministrazione dell'acqua, paragonato ad esempio all'irrigazione per asperzione, o per scorrimento. Inoltre, la possibilità di associare all'irrigazione la concimazione mediante la pratica della fertirrigazione, consente di aumentare l'efficienza della concimazione, riducendo pertanto le quantità di fertilizzanti distribuiti, ed il rischio di dispersione di tali elementi nel suolo e nelle acque. In generale, il limitato e lento movimento dell'acqua nel suolo, riduce notevolmente il rischio di lisciviazione in profondità di elementi dal potenziale inquinante per le acque sotterranee. Inoltre, la pacciamatura, generalmente associata all'irrigazione a goccia, limita la diffusione delle erbe infestanti, e l'ambiente più asciutto limita la diffusione di agenti patogeni; tutto ciò si traduce in una riduzione nell'uso dei fitofarmaci.

Analisi economica: il costo di investimento è generalmente piuttosto elevato, benché variabile in funzione di dimensioni, numero di gocciolatori, ed altri parametri tecnici, e consiste in tubazioni, pompa, filtri, raccordi vari e gocciolatori, nonché di miscelatore per i concimi nel caso di fertirrigazione. Per questi materiali è possibile riferirsi al prezzario regionale vigente, o ai listini prezzi di specifici fornitori. Per gli scavi e la manodopera il riferimento è al prezzario regionale.

Ci sono poi i costi di esercizio, essenzialmente costituiti dal consumo di energia elettrica, l'approvvigionamento idrico, le operazioni di manutenzione, la cui entità è derivabile da una specifica analisi dei prezzi.

Dati tecnici e criteri di intervento: l'irrigazione a goccia si basa sulla distribuzione dell'acqua vicino alle radici delle piante, nella quantità e con la frequenza più idonea alle colture. Il numero dei punti goccia in una determinata area varia in funzione delle condizioni climatiche della zona (temperatura, piovosità, presenza di vento, umidità relativa, ecc.) e del tipo di terreno. L'acqua è fornita a tutte le piante in maniera uniforme, lasciando completamente asciutto il terreno fra i filari. Il terreno è rifornito d'acqua per mezzo dei gocciolatori, ognuno dei quali funge da fonte; le gocce d'acqua si muovono nel suolo per capillarità in tutte le direzioni, con scarsa influenza della forza di gravità. Poiché è possibile irrigare a goccia senza bagnare le foglie delle piante e lasciando buona parte del terreno asciutto, i tempi dell'adacquamento sono quanto mai elastici ed indipendenti dalle ore del giorno e dai lavori manuali e meccanici che la coltivazione richiede. L'uso dell'acqua con l'irrigazione a goccia è più efficiente, paragonata ad ogni altro metodo di irrigazione, e comporta i seguenti vantaggi:

- raccolti più consistenti, con minore quantità di acqua per unità di campo;
- minore evaporazione;
- nessuna influenza del vento sulla distribuzione dell'acqua;
- distribuzione lenta dell'acqua, per prevenire il ruscellamento, anche in condizioni topografiche difficili;
- distribuzione dell'acqua più omogenea che con altri metodi di irrigazione. La sensibilità del sistema di irrigazione a goccia richiede basse pressioni in linea.

3.8 Caratteristiche e modo d'uso dei dati numerici economici ed ambientali

Nelle schede seguenti vengono presentati i risultati di alcuni studi desunti da dati provenienti dall'analisi dei vari scenari. Si tratta di un primo tentativo di quantificazione dei differenti vantaggi e conseguenze nell'applicazione dei vari scenari proposti. Nel paragrafo 3.9 si procederà ad un confronto fra alcuni scenari selezionati.

In questo paragrafo si illustrano, per ciascuna scheda, la natura dei dati numerici presentati. Queste precisazioni torneranno utili nel paragrafo 3.9 per una migliore comprensione dell'analisi comparativa dei risultati.

3.8.1 Schede degli indici ambientali

Le schede, per diverse colture, per differenti tecniche colturali e per differenti caratteristiche del suolo che ospita la coltura, offrono un primo confronto fra alcuni parametri ambientali che di seguito vengono definiti in dettaglio. Tutte le schede si presentano come tabelle, le cui colonne hanno le seguenti intestazioni:

Caratteristiche della coltura:

- *Coltura:* indica il nome della coltura a cui si riferiscono gli indici.
- *Suolo:* descrive sinteticamente la tessitura dei suoli esaminati nelle simulazioni, presupponendo un cambiamento significativo delle proprietà fisiche e idrologiche, soprattutto per quanto riguarda la permeabilità. In particolare, "A" indica un suolo argilloso, "F" franco e "S" sabbioso.
- *Pendenza:* indica la pendenza a cui fanno riferimento gli indici per le singole colture. I calcoli presentati possono essere condotti per differenti pendenze. In particolare, una pendenza compresa tra 0 e 7% viene indicata come P1, una pendenza compresa tra 7 e 15% è denominata P2 ed una pendenza maggiore del 15% è indicata come P3. In questa sede il parametro utilizzato è il P1.

Parametri ambientali:

- *Erosione*: in questo campo vengono riportati i valori di erosione ottenuti dal modello RUSLE. I valori sono espressi in t/ha per anno.
- *Indice di rischio per le acque di falda*: è un parametro legato alla dinamica dei fitofarmaci lungo il profilo del terreno e, quindi, al potenziale inquinamento a cui le falde sono soggette a seguito dell'impiego di un set di fitofarmaci per una data coltura. I valori sono adimensionali ed il rischio di inquinamento è tanto maggiore quanto più alto è il valore dell'indice.
- *Indice di rischio per le acque superficiali*: questo indice è correlato al potenziale ruscellamento superficiale di un dato set di fitofarmaci e, quindi, al rischio di inquinamento da fitofarmaci delle acque superficiali. Come il precedente, il valore dell'indice è adimensionale e il rischio è direttamente proporzionale al suo valore.
- *Azoto lisciviato*: esprime la quantità di azoto (kg per ha) che non viene intercettato dalla pianta e che, quindi, supera lo strato di suolo esplorato dalle radici. In sostanza è la effettiva quantità di azoto che un ettaro di terreno coltivato con una data coltura e tecnica rilascia in falda.
- *Rischio di ruscellamento del fosforo*: questo indice, adimensionale, esprime il rischio di inquinamento delle acque superficiali con fosforo di origine agricola a seguito della sola dinamica del ruscellamento, in virtù della bassissima capacità di essere lisciviato e della notevole affinità con le particelle di suolo.

Tab. 243 - Indici ambientali delle tecniche colturali standard

Caratteristiche della coltura			Parametri ambientali				
Coltura	Suolo	Pendenza	Indice di rischio per le acque di falda	Erosione (t/ha)	Indice di rischio per le acque superficiali	Azoto lisciviato (Kg/ha)	Rischio ruscellamento fosforo (index)
Barbabietola	A	P1	953,0	1,3	960	2	9,5
Barbabietola	F	P1	1965,0	0,7	215	21	8
Barbabietola	S	P1	1965,0	1,2	215	32	8,5
Frumento duro	A	P1	171,0	0,4	901,0	39	12,5
Frumento duro	F	P1	896,0	0,2	211,0	68	11
Frumento duro	S	P1	896,0	0,3	211,0	99	11,5
Frumento tenero	A	P1	171,0	0,2	901,0	31	12,5
Frumento tenero	F	P1	896,0	0,1	211,0	78	11
Frumento tenero	S	P1	896,0	0,2	211,0	122	11,5
Girasole	A	P1	1,0	1,2	1000,0	3	9,5
Girasole	F	P1	576,0	0,6	1000,0	46	8
Girasole	S	P1	576,0	1,2	1000,0	84	8,5
Mais	A	P1	1000,0	1,1	1533,0	10	12,0
Mais	F	P1	1822,0	0,6	817,0	76	15,0
Mais	S	P1	1822,0	1,1	817,0	158	14,5
Pomodoro	A	P1	1805,0	1,5	3175,0	8	13,5
Pomodoro	F	P1	2347,0	0,8	1597,0	64	12
Pomodoro	S	P1	2347,0	1,5	1597,0	99	12,5

Tab. 244 - Indici ambientali delle tecniche colturali secondo il Codice di Buona Pratica Agricola (CBPA)

Caratteristiche della coltura			Parametri ambientali				
Coltura	Suolo	Pendenza	Indice di rischio per le acque di falda	Erosione (t/ha)	Indice di rischio per le acque superficiali	Azoto lisciviato (Kg/ha)	Rischio ruscellamento fosforo (index)
Barbabietola	A	P1	953,0	1,3	960	0	9,5
Barbabietola	F	P1	1965,0	0,7	215	19	8
Barbabietola	S	P1	1965,0	1,3	215	24	8,5
Frumento duro	A	P1	171,0	0,4	901,0	20	12,5
Frumento duro	F	P1	896,0	0,2	211,0	62	11
Frumento duro	S	P1	896,0	0,4	211,0	97	11,5
Frumento tenero	A	P1	171,0	0,4	901,0	21	12,5
Frumento tenero	F	P1	896,0	0,2	211,0	77	11
Frumento tenero	S	P1	896,0	0,4	211,0	109	11,5
Girasole	A	P1	1,0	1,2	1000,0	0	9,5
Girasole	F	P1	576,0	0,7	1000,0	46	8
Girasole	S	P1	576,0	1,2	1000,0	75	8,5
Mais	A	P1	1000,0	1,1	1533,0	1	12,0
Mais	F	P1	1822,0	0,6	817,0	65	15,0
Mais	S	P1	1822,0	1,1	817,0	126	14,5
Pomodoro	A	P1	1805,0	1,5	3175,0	6	13,5
Pomodoro	F	P1	2347,0	0,8	1597,0	36	12
Pomodoro	S	P1	2347,0	1,5	1597,0	81	12,5

Tab. 245 - Indici ambientali delle tecniche colturali con riduzione del 30% di azoto sulle dosi del CBPA

Caratteristiche della coltura			Parametri ambientali				
Coltura	Suolo	Pendenza	Indice di rischio per le acque di falda	Erosione (t/ha)	Indice di rischio per le acque superficiali	Azoto lisciviato (Kg/ha)	Rischio ruscellamento fosforo (index)
Barbabietola	A	P1	953,0	1,3	960	0	9,5
Barbabietola	F	P1	1965,0	0,7	215	10	8
Barbabietola	S	P1	1965,0	1,3	215	24	8,5
Frumento duro	A	P1	171,0	0,3	901,0	4	5,5
Frumento duro	F	P1	896,0	0,2	211,0	36	4
Frumento duro	S	P1	896,0	0,3	211,0	65	4,5
Frumento tenero	A	P1	171,0	0,2	901,0	2	12,5
Frumento tenero	F	P1	896,0	0,1	211,0	51	11
Frumento tenero	S	P1	896,0	0,2	211,0	76	11,5
Girasole	A	P1	1,0	1,3	1000,0	0	5,5
Girasole	F	P1	576,0	0,7	1000,0	30	4
Girasole	S	P1	576,0	1,2	1000,0	57	4,5
Mais	A	P1	1000,0	1,2	1533,0	1	12
Mais	F	P1	1822,0	0,6	817,0	62	18
Mais	S	P1	1822,0	1,1	817,0	97	16
Pomodoro	A	P1	1805,0	1,8	3175,0	6	15,5
Pomodoro	F	P1	2347,0	1	1597,0	34	14
Pomodoro	S	P1	2347,0	1,8	1597,0	81	14

Tab. 246 - Indici ambientali delle tecniche colturali biologiche

Caratteristiche della coltura			Parametri ambientali				
Coltura	Suolo	Pendenza	Indice di rischio per le acque di falda	Erosione (t/ha)	Indice di rischio per le acque superficiali	Azoto lisciviato (Kg/ha)	Rischio ruscellamento fosforo (index)
Frumento duro	A	P1		0,3		1	10,8
Frumento duro	F	P1		0,2		14	9,5
Frumento duro	S	P1		0,3		36	9,9
Frumento tenero	A	P1		0,1		2	10,8
Frumento tenero	F	P1		0		14	9,5
Frumento tenero	S	P1		0,1		37	9,9
Girasole	A	P1		0,2		3	10,8
Girasole	F	P1		0,1		12	9,5
Girasole	S	P1		0,2		46	9,9
Mais	A	P1		0,1		1	4,7
Mais	F	P1		0		9	3,4
Mais	S	P1		0,1		39	3,9
Pomodoro	A	P1		0,3		2	8,2
Pomodoro	F	P1		0,2		27	6,9
Pomodoro	S	P1		0,3		42	7,3

Tab. 247 - Indici ambientali di riferimento per le fasce tampone

Caratteristiche della coltura			Parametri ambientali				
Coltura	Suolo	Pendenza	Indice di rischio per le acque di falda	Erosione (t/ha)	Indice di rischio per le acque superficiali	Azoto lisciviato (Kg/ha)	Rischio ruscellamento fosforo (index)
Fascia tampone	A	P1		0		0	6
Fascia tampone	F	P1		0		4	4,5
Fascia tampone	S	P1		0		11	5
Fascia tampone	A	P2		0,1		0	8
Fascia tampone	F	P2		0		5	5
Fascia tampone	S	P2		0,1		13	6
Fascia tampone	A	P3		0,2		0	8
Fascia tampone	F	P3		0,1		8	6
Fascia tampone	S	P3		0,2		16	8

3.8.2 Tabelle riepilogative delle riduzioni percentuali medie di azoto per ogni scenario esaminato

Considerato che la problematica dell'inquinamento da nitrati è cruciale per la qualità delle acque, si è ritenuto utile proporre in queste tabelle una sintesi dei risultati relativi alle riduzioni medie di azoto lisciviato per i diversi scenari esaminati.

Tab. 248 - Tabelle riepilogative delle riduzioni percentuali medie di azoto per ogni scenario esaminato

Riduzione % media di azoto lisciviato (Standard vs CBPA)	
Coltura	%
Avena	9,49
Barbabietola	40,48
Erba medica	7,98
Frumento duro	23,67
Frumento tenero	20,46
Girasole	30,91
Mais	45,71
Orzo	17,60
Pascolo	0,00
Peperone	23,38
Pomodoro	26,27
Set Aside	0,00
Silomais	19,71
Sorgo	46,44

Riduzione % media di azoto lisciviato (CBPA vs Riduzione del 30% su CBPA degli apporti azotati)	
Coltura	%
Avena	37,97
Barbabietola	21,80
Erba medica	31,95
Frumento duro	33,16
Frumento tenero	45,82
Girasole	23,11
Mais	22,15
Orzo	20,11
Pascolo	0,00
Peperone	59,80
Pomodoro	19,04
Set Aside	0,00
Silomais	24,18
Sorgo	44,93

Riduzione % media di azoto lisciviato (Riduzione del 30% su CBPA degli apporti azotati vs Biologico)	
Coltura	Totale
Avena	57,40
Frumento duro	37,92
Frumento tenero	36,02
Girasole	32,65
Mais	54,39
Orzo	5,86
Silomais	54,82

3.8.3 Schede dei risultati economici

Nelle seguenti tabelle vengono presentati, per ciascuna coltura esaminata, i principali parametri economici per le differenti tecniche colturali utilizzate. Le tabelle hanno i seguenti campi:

- *Coltura*: indica il nome della coltura a cui si riferiscono i dati.
- *Produzioni*: esprime in quintali la produzione ottenuta.
- *PLV*: esprime il valore in euro della produzione ottenuta, comprensivo dei Premi.
- *Premi*: esprime il valore in euro dell'insieme dei contributi comunitari spettanti alla coltura (premi PAC + eventuali premi aggiuntivi in funzione della tecnica colturale), è contenuto nel valore di PLV.
- *Costi*: esprime in euro l'ammontare dei costi variabili.
- *Reddito lordo*: esprime in euro il livello di reddito lordo conseguito dalla coltura. Si ricorda che il reddito lordo si ottiene sottraendo dalla PLV i costi variabili.;
- *Azoto*: è la quantità di azoto somministrata alla coltura, espressa in kg/ha.

Tab. 249 - Risultati economici delle tecniche colturali standard

Coltura	Produzioni (ql)	PLV (€)	Premi (€)	Costi(€)	Reddito lordo (€)	Azoto
Peperone	300	12.394,97	0	10.465,48	1.929,48	229
Pomodoro	950	7.359,51	0	5.672,22	1.687,30	215
Sorgo	50	898,01	237,51	605,29	292,72	146
Mais	110	1.972,00	472,21	1.552,51	419,5	362
Silomais	550	1.722,04	472,21	1.229,72	492,32	362
Barbabietola	550	2.528,06	0	1.803,03	725,03	214
Girasole	20	849,01	423,79	504,06	344,95	128
Grano duro	40	1.280,55	582,01	721,31	559,24	212
Grano tenero	50	1.006,80	237,51	646,22	360,58	206
Orzo	45	835,33	237,51	543,93	291,39	128
Avena	30	839,73	237,51	487,15	352,59	113
Medica	75	677,85	0	441,91	235,93	0

Tab. 250 - Risultati economici delle tecniche colturali secondo il Codice di Buona Pratica Agricola (CBPA)

Coltura	Produzioni (ql)	PLV (€)	Premi (€)	Costi(€)	Reddito lordo (€)	Azoto
Peperone	290	11.981,80	0	10.071,56	1.910,24	180
Pomodoro	920	7.127,11	0	5.571,03	1.556,08	160
Sorgo	45	831,96	237,51	584,01	247,95	100
Mais	95	1.767,48	472,21	1.376,26	391,22	280
Silomais	470	1.551,60	472,21	1.110,29	441,32	280
Barbabietola	500	2.298,23	0	1.658,13	640,1	150
Girasole	18	806,49	423,79	443,64	362,85	100
Grano duro	35	1.193,23	582,01	640,48	552,75	140
Grano tenero	45	929,87	237,51	597,59	332,28	180
Orzo	44	822,04	237,51	545,33	276,72	120
Avena	28	799,59	237,51	445,12	354,47	100
Medica	75	677,85	0	441,91	235,93	0

Tab. 251 - Risultati economici delle tecniche colturali con riduzione del 30% di azoto sulle dosi del CBPA

Coltura	Produzioni (ql)	PLV (€)	Premi (€)	Costi(€)	Reddito lordo (€)	Azoto
Peperone	260	11.282,30	540,00	9.224,18	2.058,12	120
Pomodoro	800	6.737,48	540,00	5.063,26	1.674,22	107
Sorgo	35	999,86	537,51	534,02	465,84	66
Mais	70	1.726,62	772,21	1.209,71	516,91	187
Silomais	350	1.567,55	772,21	943,73	623,82	187
Barbabietola	400	2.188,59	350,00	1.587,87	600,72	100
Girasole	15	1042,7	723,79	431,16	611,54	66
Grano duro	30	1.405,91	882,01	591,65	814,26	94
Grano tenero	40	1.152,94	537,51	555,97	596,97	120
Orzo	35	1002,48	537,51	526,8	475,68	80
Avena	20	898,84	537,51	429,61	469,23	66
Medica	75	977,85	300,00	441,91	535,94	0

Tab. 252 - Risultati economici delle tecniche colturali biologiche

Coltura	Produzioni (ql)	PLV (€)	Premi (€)	Costi(€)	Reddito lordo (€)
Peperone	200	11.032,30	540,00	9.512,20	1.520,10
Pomodoro	600	6.489,58	540,00	4.652,12	1.837,47
Sorgo	35	1.099,86	637,51	841,93	257,93
Mais	58	1.801,97	872,21	1.160,94	641,03
Silomais	290	1.531,21	872,21	984,05	547,16
Girasole	15	1.174,99	823,79	541,4	633,6
Grano duro	24	1.468,38	982,01	657,38	811
Grano tenero	25	1.169,68	637,51	625,62	544,06
Orzo	30	1.120,57	637,51	542,69	577,87
Avena	15	938,62	637,51	520,95	417,67
Medica	75	857,85	180,00	441,91	415,93

3.8.4 Impianto di biodigestione per il compostaggio dei reflui suini: costi di investimento e costi di esercizio

Vengono presentati due esempi che riguardano impianti di dimensioni diverse. I calcoli rappresentano delle indicazioni di massima su quello che possono essere gli impegni economici; per ottenere una stima affidabile e precisa è necessario procedere al calcolo caso per caso considerando le molteplici variabili che differenziano ogni situazione.

Esempio n.1: Vasca di dimensioni m. 50x10x1,3 (smaltimento liquami di 2200 capi/anno)

Caratteristiche :

Volume biomassa (per ciclo semestrale) mc	Smaltimento giornaliero mc	Smaltimento semestrale mc	Produzione compost semestrale mc
600	13,20	2.376	356

Costo di investimento:

Digestore	€ 106.000,00
Platea ed opere murarie	€ 70.000,00
Copertura in polycarbonato	€ 50.000,00
TOTALE	€ 226.000,00

Costo di esercizio annuo:

Massa inerte (truciolo)	€ 9.600,00
Forza motrice	€ 2.400,00
Manutenzione	€ 1.000,00
TOTALE	€ 13.000,00

Esempio n.2: Vasca di dimensioni m.100x10x1,3 (smaltimento liquami di 4.500 capi/anno)

Caratteristiche :

Volume biomassa (per ciclo semestrale) mc	Smaltimento giornaliero mc	Smaltimento semestrale mc	Produzione compost semestrale mc
1.680	36,96	6.653	998

Costo di investimento:

Digestore	€ 120.000,00
Platea ed opere murarie	€ 140.000,00
Copertura in polycarbonato	€ 100.000,00
TOTALE	€ 360.000,00

Costo di esercizio annuo:

Massa inerte (truciolo)	€ 19.200,00
Forza motrice	€ 2.400,00
Manutenzione	€ 1.000,00
TOTALE	€ 22.600,00

N.B.: nei prospetti relativi ai costi di esercizio annui non è conteggiato, in positivo, il valore del compost ottenuto, come ricavo ottenibile dall'eventuale vendita.

3.8.5 Trasformazione di stalla per suini su grigliato, in stalla per suini su lettiera di paglia: costi di investimento e costi di esercizio

Viene presentato un esempio per un allevamento delle stesse dimensioni di quella oggetto del primo esempio concernente il paragrafo 3.8.4. Anche in questo caso vale la considerazione che in questo modo è possibile solo fornire indicazioni di massima, poiché è comunque necessario procedere al calcolo reale per i casi specifici.

Caratteristiche :

Produzione annuale letame mc	Porzione della stalla da trasformare mq	Dimensioni platea stoccaggio m
2.200	160	40x10x1,5

Costo di investimento:

Adeguamento pavimentazione stalla	€ 22.000,00
Adeguamento box	€ 8.000,00
Platea ed opere murarie	€ 65.000,00
Copertura in policarbonato	€ 45.000,00
TOTALE	€ 140.000,00

Costo di esercizio annuo:

Paglia e additivi	€ 9.000,00
Manutenzione	€ 1.000,00
TOTALE	€ 10.000,00

3.9 Analisi comparative

In questo capitolo i risultati degli studi descritti nei paragrafi precedenti sono messi a confronto, allo scopo di presentare un'analisi comparativa delle diverse situazioni che emergono dai differenti scenari.

Le informazioni fin qui presentate suggeriscono di affidare le analisi comparative a delle rappresentazioni grafiche in grado di sintetizzare i risultati economici conseguiti, mettendo in relazione, dove possibile, i costi con le performances ambientali ottenibili dai diversi scenari.

Le analisi comparative riguarderanno:

- 1) il confronto fra gli scenari relativi alle tecniche di coltivazione a minore impatto ambientale (Riduzione dell'uso dei concimi chimici, introduzione del metodo di coltivazione biologico, rispetto del Codice di Buona Pratica Agricola), prendendo come riferimento la tecnica di coltivazione convenzionale;
- 2) il confronto fra metodi convenzionali (fertilizzazione, depurazione consortile) e metodi innovativi (compostaggio, lettiera) di gestione dei liquami suini;
- 3) il confronto fra quattro tipologie di fasce tampone, che si differenziano per larghezza e per caratteristiche delle formazioni vegetali.

3.9.1 Tecniche di coltivazione a minore impatto ambientale

L'analisi comparativa fra le diverse tecniche di coltivazione a minore impatto ambientale considerate negli scenari è stata condotta attraverso quattro passaggi successivi:

- 1) implementazione di una procedura di calcolo informatizzata in grado di considerare tutte le combinazioni possibili;
- 2) confronto per singola coltura fra le diverse tecniche colturali;
- 3) confronto per singola tecnica colturale fra le diverse colture;
- 4) confronto in base all'indicatore che misura la quantità lorda di azoto prodotto per il reddito lordo ottenuto (NL/RL).

1. Allo scopo di consentire l'effettuazione di tutte le combinazioni possibili in modo automatico, così da rendere applicabile per specifiche realtà territoriali la metodologia di valutazione economico-ambientale messa a punto, è stata predisposta una specifica procedura di calcolo.

La procedura prevede di specificare alcune caratteristiche quali la coltura per la quale si vuole effettuare la valutazione, la tecnica colturale da valutare (standard, codice di buona pratica agricola, riduzione dei concimi azotati rispetto al codice, oppure biologico), il tipo di suolo e la pendenza dell'appezzamento considerato, e la superficie da considerare. Una volta inseriti questi dati, la procedura è in grado di restituire sia i risultati economici, in particolare Produzione Lorda Vendibile (PLV), Costi variabili e Reddito lordo, sia quelli di carattere ambientale.

Con i risultati ottenuti è possibile affrontare un'analisi comparativa, aggiungendo altre condizioni alla stessa valutazione in corso (per esempio, avendo valutato il frumento tenero standard, è possibile

affiancare la valutazione della stessa coltura coltivata con il metodo biologico, e così via), oppure aggiungere più colture ad una stessa valutazione, per rappresentare la situazione di un determinato sistema colturale da valutare.

Grazie all'uso di questa procedura è possibile analizzare situazioni e sistemi colturali anche complessi, formati dalla combinazione di colture e tecniche colturali differenti, e valutare gli effetti economici ed ambientali dell'eventuale imposizione di cambiamenti nelle tecniche colturali, per conseguire una maggiore protezione delle acque, ottenendo una risposta in termini di mancati redditi eventualmente da compensare e di benefici ambientali ottenibili.

2. Allo scopo di rendere agevole il confronto fra soluzioni diverse, e facilitare di conseguenza la presa di decisioni sulle misure da adottare, è stata predisposta una tabella che sintetizza in modo efficace e di immediata comprensione le differenze, in termini di risultati economici ed ambientali, che si verificano per ciascuna coltura, al variare della tecnica colturale. Le tecniche colturali sono: la tecnica standard (std), il Codice di Buona Pratica Agricola (CBPA), la tecnica che riduce del 30% gli apporti di azoto rispetto al CBPA (Riduzione Azoto del 30%) e la coltura biologica (Bio)

In particolare, è stato considerato il reddito lordo (RL) come indicatore economico, e messo in relazione all'azoto lisciviato (NL), come indicatore ambientale. In questo modo è possibile cogliere il compromesso economico-ambientale che viene a verificarsi per ogni tecnica colturale ipotizzata.

Le colture considerate sono quelle per le quali sono state effettuate le valutazioni economiche e quelle ambientali, e cioè: avena, barbabietola, erba medica, frumento duro, frumento tenero, girasole, mais, orzo, peperone, pomodoro, set-aside, silomais, sorgo. La tabella in questione è la seguente:

Tab. 253 - Differenze, in termini di risultati economici ed ambientali, che si verificano per ciascuna coltura, al variare della tecnica colturale

Coltura	Unità	NL-std	NL-CBPA	NL-Riduzione Azoto del 30%	NL-Bio
Avena	NL (kg)	63,6	57,9	40,8	15,2
	RL (€)	352,59	354,47	469,23	417,67
Barbabietola	NL (kg)	22,3	19,2	15,3	
	RL (€)	725,03	640,1	600,72	
Erba medica	NL (kg)	16,0	14,7	10,0	
	RL (€)	235,93	235,93	535,94	
Frumento duro	NL (kg)	53,1	46,0	32,7	19,0
	RL (€)	559,24	552,75	814,26	811
Frumento tenero	NL (kg)	74,1	60,3	39,7	19,4
	RL (€)	360,58	332,28	596,97	544,06
Girasole	NL (kg)	45,1	39,7	33,9	21,2
	RL (€)	344,95	362,85	611,54	633,6
Mais	NL (kg)	105,2	66,2	56,3	17,4
	RL (€)	419,5	391,22	516,91	641,03
Orzo	NL (kg)	33,0	26,9	23,6	21,4
	RL (€)	291,39	276,72	475,68	577,87
Peperone	NL (kg)	128,6	98,1	42,9	27,6
	RL (€)	1929,48	1910,24	2058,12	1520,1
Pomodoro	NL (kg)	56,6	40,2	34,1	25,1
	RL (€)	1687,3	1556,08	1674,22	1837,47
Set Aside	NL (kg)	25,8	25,8	25,8	
	RL (€)	168	168	168	
Silomais	NL (kg)	59,1	53,7	49,3	15,8
	RL (€)	492,32	441,32	623,82	547,16
Sorgo	NL (kg)	75,3	46,3	31,4	11,9
	RL (€)	292,72	247,95	465,84	257,93

3. Sempre con la stessa finalità, cioè quella di fornire una lettura comparata immediata fra le diverse soluzioni prospettate e valutate, sono stati predisposti dei grafici che sintetizzano le differenze di risultati economici ed ambientali che, per ciascuna delle quattro tecniche colturali considerate, vengono conseguiti da ogni coltura.

Il confronto è stato eseguito per tre situazioni differenti, rappresentate dalla tipologia di suolo, rispettivamente compatto, di medio impasto e a grana grossa. Sono stati presi in considerazione tutti i tipi di suolo e tutte le diverse tecniche colturali (standard, codice di buona pratica agricola, riduzione concimi azotati e biologico).

4. Questo confronto è condotto in base ad un indicatore ottenuto dall'incrocio dei risultati economici con quelli ambientali: il rapporto tra Azoto lisciviato (NL) e Reddito lordo (RL). Tale indicatore ha il significato di rappresentare una misura della quantità (espressa in kg) di azoto lisciviato per ogni euro di reddito lordo prodotto. Rappresenta, quindi, il "costo ecologico" della produzione di reddito in agricoltura. L'analisi è stata condotta per ciascuna delle tre tipologie di suolo già ricordate in precedenza, ed i grafici sono degli istogrammi che rappresentano il livello dell'indicatore per ciascuna coltura e per ciascuna tecnica colturale.

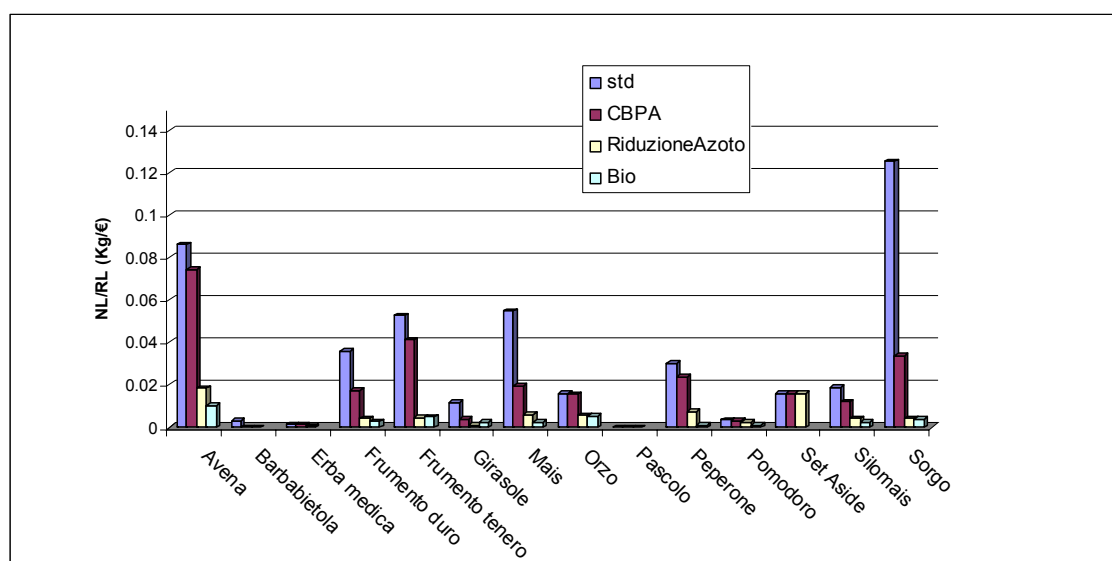


Fig. 116 - Azoto lisciviato per ogni euro di reddito lordo (suolo a grana fine)

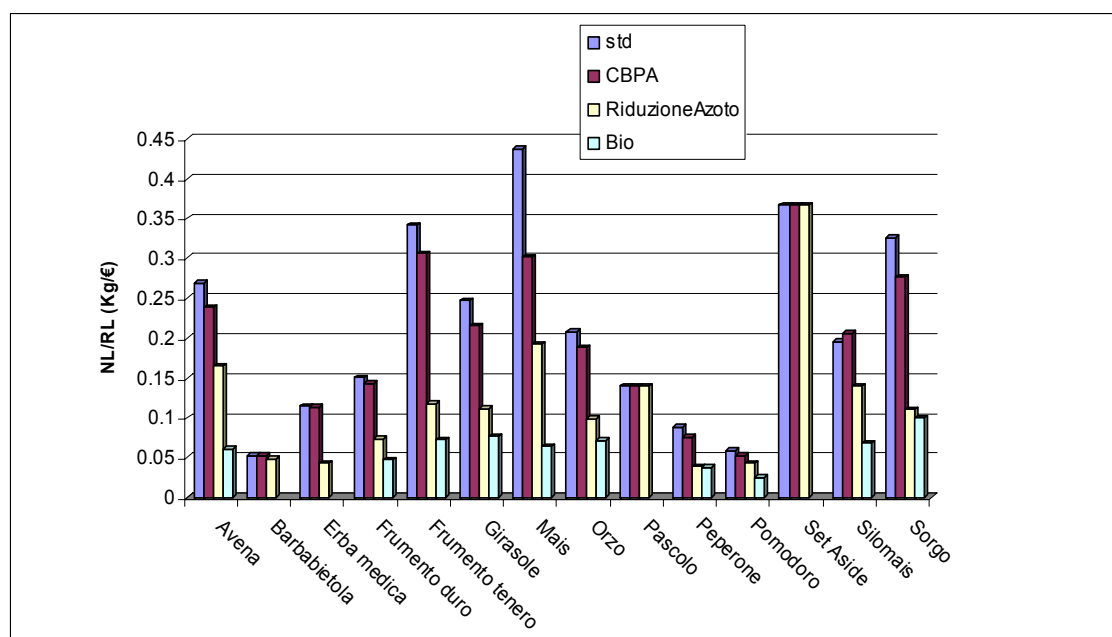


Fig. 117 - Azoto lisciviato per ogni euro di reddito lordo (suolo a medio impasto)

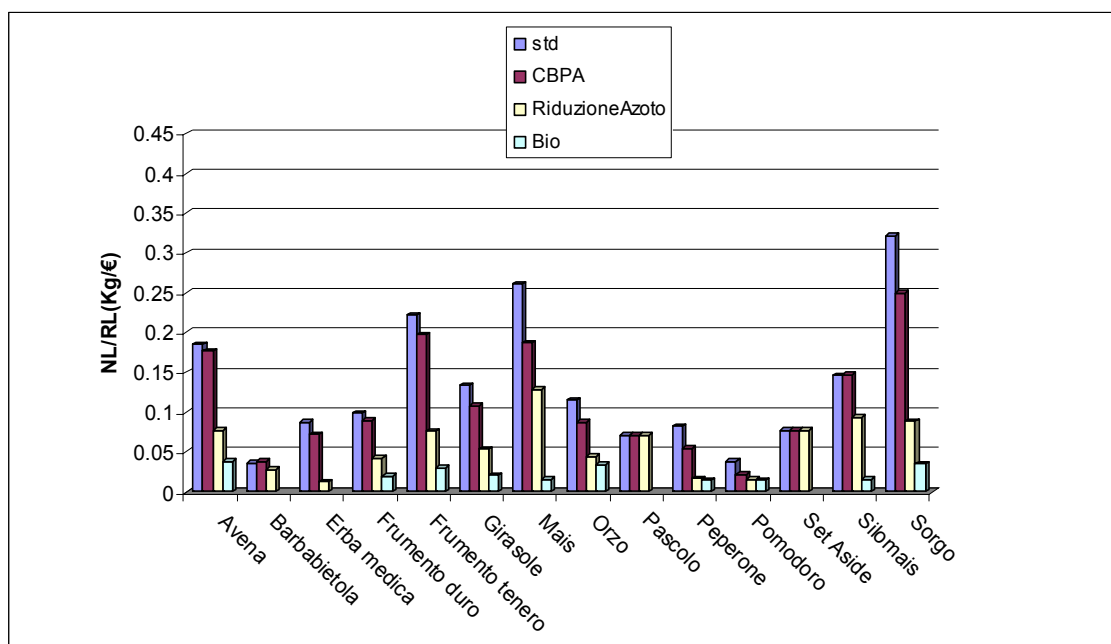


Fig. 118 - Azoto lisciviato per ogni euro di reddito lordo (suolo a grana grossa)

3.9.2 Metodi di gestione dei liquami suini

L'analisi economica comparativa riguarda soprattutto i costi di esercizio di diverse modalità di gestione dei reflui negli allevamenti suini. I metodi di gestione considerati sono:

- 1) fertirrigazione;
- 2) conferimento a depuratore consortile;
- 3) trasformazione in compost;
- 4) allevamento su lettiera e produzione di letame.

Per le ultime due soluzioni, che prevedono investimenti, è possibile anche confrontare i costi di investimento già presentati nei paragrafi 3.8.4 e 3.8.5:

Tab. 254 – Costi di investimento per compostaggio e allevamento su lettiera

Tipologia	Costi di investimento (€)
Compostaggio	226.000,00
Allevamento su lettiera	140.000,00

L'investimento, in entrambi i casi, è riferito alla gestione dei reflui di stalle di uguale capacità.

Molto interessante risulta il confronto in termini di costi di esercizio, in quanto l'analisi si allarga anche alle altre due tipologie di modalità di gestione dei reflui.

Per la fertirrigazione è stato fatto il bilancio dell'attività di distribuzione dei liquami nei suoli agrari, per il conferimento al depuratore è stata calcolata la tariffa media di conferimento, mentre per il compostaggio e l'allevamento su lettiera sono stati utilizzati i calcoli già sintetizzati nei paragrafi 3.8.4 e 3.8.5. I risultati ottenuti sono riportati nella tabella seguente:

Tab. 255 – Analisi comparativa dei costi di esercizio di diverse modalità di gestione dei reflui suini

Tipologia	Costo di esercizio a capo (€)
Fertirrigazione	12,24
Conferimento a depuratore	14,74
Allevamento su lettiera	16,66
Compostaggio	19,69

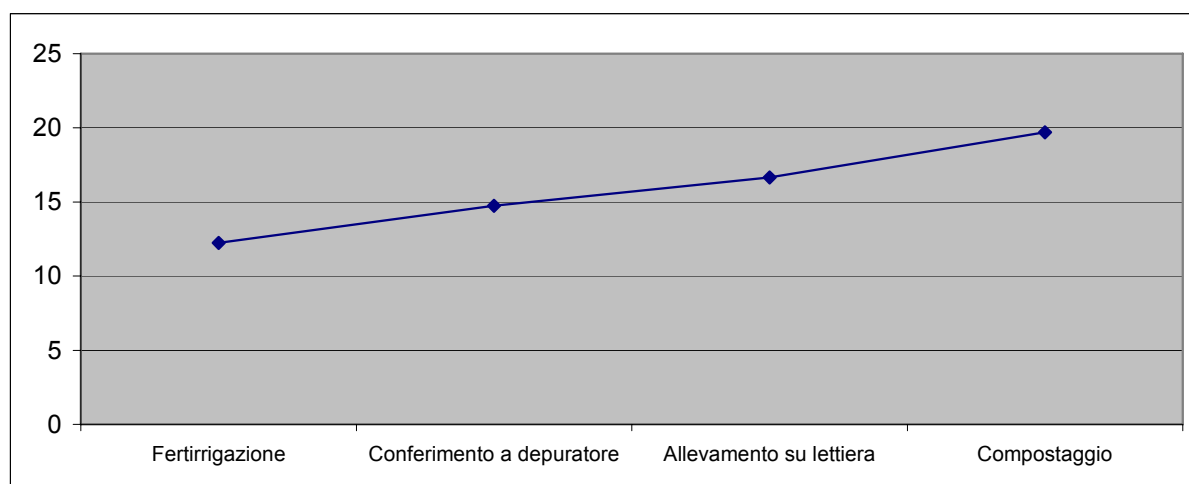


Fig. 119 - Costi di esercizio per modalità di gestione dei reflui suini (in euro/capo)

3.9.3 Fasce tampone

Per l'analisi comparativa di diverse tipologie di fasce tampone, sono state desunte dalla letteratura in materia le tipologie più frequentemente usate che hanno dato risultati più interessanti, sia in termini di ampiezza, sia in termini di composizione delle formazioni vegetali utilizzate. Anche i dati relativi all'abbattimento di N-NO₃ sono stati desunti dalla stessa letteratura.

L'analisi si è focalizzata sulle seguenti quattro situazioni, le cui caratteristiche sono sintetizzate nello schema:

Tab. 256 – Tipologie più comuni di fasce tampone

Sigla	Descrizione	Ampiezza (m)	Sviluppo lineare (m)	Superficie totale (mq)	Piante arboree (n°) diam. 8-10 cm
6.2S	6 m di prato con due filari arborei	15	100	1500	45
6.1S	6 metri di prato con un filare arboreo	10	100	1000	20
3.1S	3 metri di prato con un filare arboreo	7	100	700	20
3.F	3 metri di prato	3	100	300	0

Come standard di riferimento per l'analisi sono stati presi sempre 100 metri lineari di fascia.

I tassi di abbattimento del N-NO₃ variano nell'ordine del 40-60%. Tali risultati sono corroborati dalle evidenze emerse in analoghi studi condotti su fasce tampone di caratteristiche simili a quelle in oggetto.

Nella tabella seguente si trovano i costi di impianto per le tipologie analizzate:

Tab. 257 – Costi di impianto delle fasce tampone per tipologia

Tipologia di FTB	Descrizione	Costo di costruzione (€) per 100 metri lineari
6.2S	6 m di prato con due filari arborei	1072,5
6.1S	6 metri di prato con un filare arboreo	760
3.1S	3 metri di prato con un filare arboreo	505
3.F	3 metri di prato	255

In altri analoghi studi condotti per verificare la capacità depurativa nei confronti dell'azoto totale si sono ottenuti risultati pari ad un tasso di abbattimento del 30-50%. Tale percentuale, minore rispetto ai nitrati, risente della quota di azoto organico che fa diminuire leggermente il potere depurativo delle fasce tampone.

Un altro aspetto venuto alla luce nei vari studi è l'estrema variabilità dell'influenza della fascia tampone sulla falda/subalveo e questa variabilità è funzione della profondità della falda stessa. E' per questo motivo che le fasce tampone più semplici, in media e sul lungo periodo sembrano dare risultati migliori. Alcune evidenze sperimentali ancora da confermare definitivamente evidenziano che una piena efficienza della vegetazione arborea viene espressa con falda frequentemente alta.

4 LE PERDITE NELLA RETE ACQUEDOTTISTICA

L'analisi di settore proposta qui di seguito si basa sulle conoscenze acquisite nell'ambito del Piano di Tutela delle Acque e riportate alla Parte II Sez.II Par.1.3.

Una perdita d'acqua rappresenta uno spreco di risorsa naturale preziosa e un danno economico notevole. In Italia, dove mediamente le reti idriche perdono quasi la metà dell'acqua immessa in rete, si stima che un terzo della popolazione sia già soggetta ad una disponibilità idrica insufficiente. L'aumento del consumo previsto nei prossimi anni, associato ad una disponibilità sempre più limitata della risorsa naturale, rende l'applicazione di un sistema efficiente per il controllo delle perdite una necessità fondamentale per evitare future crisi idriche.

Il problema dell'approvvigionamento idrico si è presentato in molte realtà con crescente importanza ed urgenza, in particolare nelle situazioni dove la risorsa idrica di buona qualità risulta di sempre più difficile e costoso reperimento. La necessità di chiudere le saracinesche nelle ore notturne per riempire il livello dei serbatoi è diventata in numerosi comuni italiani ormai più una manovra di prassi, che di emergenza. Nel passato, la soluzione adottata era quella di potenziare con opere aggiuntive gli schemi idrici di adduzione, cercando di attingere a fonti nuove per cercare di rimediare al problema. Ciò ha causato spesso un generale eccesso di sfruttamento delle risorse più facilmente accessibili (prelievo da falde sempre più profonde o sempre più lontane dai centri abitati) con un conseguente aumento di costi non sempre proporzionale all'aumento di quantità e di qualità ottenuto. E' evidente che tale approccio non può essere praticabile all'infinito in quanto le fonti di approvvigionamento di qualità accettabile per l'impiego idropotabile non possono essere più considerate inesauribili.

L'approccio più ragionevole da seguire per cercare di raggiungere lo stesso risultato è senza dubbio quello di salvaguardare le risorse attualmente utilizzate sfruttandole di meno. Ciò si ottiene intervenendo direttamente sulle reti di distribuzione interne, dove a volte la quantità di risorsa sprecata è di volume confrontabile o addirittura superiore a quella effettivamente consumata.

Il controllo delle perdite è quindi un elemento fondamentale nella formulazione di un Piano di Tutela delle Acque. Un intervento per abbassare il livello di perdite potrebbe rendere inutile la ricerca di nuove fonti di approvvigionamento o la realizzazione di un nuovo impianto di potabilizzazione. Rimane il fatto però, che più si cerca di abbassare il livello di perdita, più aumenta in proporzione il costo e meno conveniente diventa l'intervento a parità di valore dell'acqua. Esiste quindi una curva teorica di convenienza che definisce il rapporto tra il recupero ed il costo.

4.1 Definizione dell'acqua non contabilizzata

L'acqua non contabilizzata (ANC) è la differenza tra l'acqua prodotta e quella consumata. Segue quindi che per quantificare l'indice di ANC, è necessario misurare sia l'acqua immessa in rete che quella erogata.

Secondo la definizione internazionale della IWA (International Water Association), riportata in Fig. 120, l'ANC ha due componenti principali: Perdita Commerciale e Perdita Tecnica. La prima è composta principalmente dagli errori di misura e dai furti; la seconda dalle perdite del sistema.

System input volume (corrected for known errors)	Authorised consumption	Billed authorised consumption	Billed metered consumption (including water exported)	Revenue water
			Billed unmetered consumption	
		Unbilled authorised consumption	Unbilled metered consumption	Non- revenue water (NRW)
			Unbilled unmetered consumption	
	Water losses	Apparent losses	Unauthorised consumption	
			Customer metering inaccuracies	
		Real losses	Leakage on transmission and/or distribution mains	
			Leakage and overflows at utility's storage tanks	
			Leakage on service connections up to point of customer metering	

Fig. 120 - Definizione Internazionale dell'Acqua Non-Contabilizzata

Fonte: IWA

Studi approfonditi sono stati condotti in numerose città italiane e straniere per quantificare l'entità reale della perdita commerciale e ciascun studio ha richiesto il controllo di oltre 1000 utenze. Una di queste ricerche, finanziata dalla Regione Umbria, ha interessato le principali città umbre e nel suo svolgimento sono stati monitorati un campione di contatori. Questo lavoro si è compiuto interamente sul campo montando contatori di prova volumetrici di Classe D, estremamente precisi, in serie con i contatori esistenti per un periodo di una settimana. L'installazione tipica è riportata in Fig. 121. In questa maniera è stato possibile quantificare l'effettiva precisione dei contatori esistenti a servizio dell'utenza e verificare la corrispondenza dei volumi segnalati con i consumi reali. La differenza rispetto ad altri studi analoghi è stata rappresentata dalla prova pratica di precisione su contatori in uso invece di determinare la precisione teorica con investigazioni effettuate su un banco di prova.



Fig. 121 - Installazione tipica dei contatori di prova volumetrici di classe D

A differenza dei risultati di alcuni studi condotti in alcune città nel sud d'Italia, in Sudamerica ed in Asia, dove si è riscontrato un abusivismo fino al 10% del numero delle utenze, tale problema non è stato rilevato in Umbria.

Se i misuratori posti ai punti di immissione alla rete sono del tipo elettromagnetico, possono essere considerati precisi. Altre tipologie di strumenti, invece, sono soggette all'usura e quindi vanno verificate periodicamente.

Tradizionalmente la perdita si calcola in base ai volumi annui ed è espressa in percentuale. Questo è anche il metodo che è stato universalmente adottato in Umbria. Tale approccio non è però adatto ad un controllo preciso, continuo ed attivo delle perdite. Per questo motivo, è stato sviluppato un approccio alternativo basato sulle portate notturne. In questa maniera è possibile quantificare giornalmente il livello di perdita sfruttando il momento di minor consumo, con il risultato di ottenere una maggior precisione della misura.

La formula ottimale per quantificare il livello di perdite è la seguente:

$$P_n = [\ln^*(1+e_m) - [C_d^*(1+e_c)*F_d + C_{nd}^*(1+e_c)*F_{nd}]]$$

dove:

P_n = Perdita notturna in l/s

I_n = Volume minimo notturno immesso (ore 02:00 – 04:00) in l/s

e_m = Errore misuratori di produzione

C_d = Consumo domestico misurato dai contatori in l/s

e_c = errore dei contatori domestici (dal 4% per contatori di Classe B proprietà degli enti che svolgono un programma sistematico di sostituzione dei contatori al 9% per contatori di Classe B per i quali non è previsto alcun programma di sostituzione programmata)

F_d = Fattore notturno di domanda domestica (valore tipico 20%)

C_{nd} = Consumo non domestico registrato dai contatori in l/s

F_{nd} = Fattore notturno di domanda non domestica (dal 20% al 50% in base alla tipologia ed alla grandezza dell'attività)

I valori espressi per il fattore di consumo delle utenze domestiche e non-domestiche sono riferiti al monitoraggio dell'andamento tipico di consumo delle utenze svolto in Umbria. Questi valori sono congruenti anche con quelli registrati in altre città Italiane.

Quando la perdita risultante è espressa in rapporto alla lunghezza di rete (l/km/s) è possibile confrontare direttamente il grado di perdita di diversi acquedotti contando su stime che, ottenute secondo tale metodologia, risultano affidabili.

4.2 La ricerca delle perdite

Un sistema idrico è costituito tipicamente da tre elementi principali: condotta di adduzione; serbatoio e rete di distribuzione. Le perdite possono essere presenti in una qualsiasi delle tre parti. In uno studio dettagliato svolto in Gran Bretagna dal centro nazionale di ricerca, Water Research Centre (WRC), si è rilevato che le perdite nella rete di adduzione sono inferiori a 0.25 l/km/s, mentre la perdite dai serbatoi sono inferiori al 2% della capacità in volume per ogni giorno come si evidenzia nella Fig. 122.

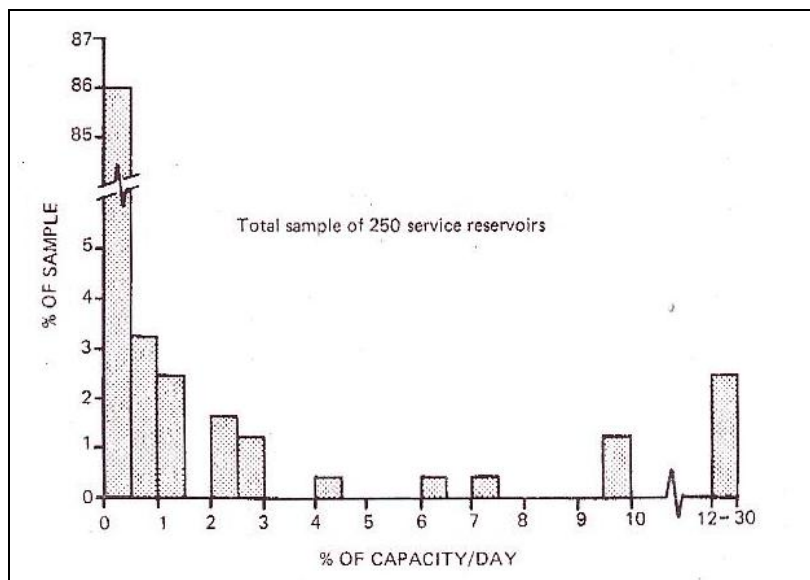


Fig. 122 - Perdite nei serbatoi

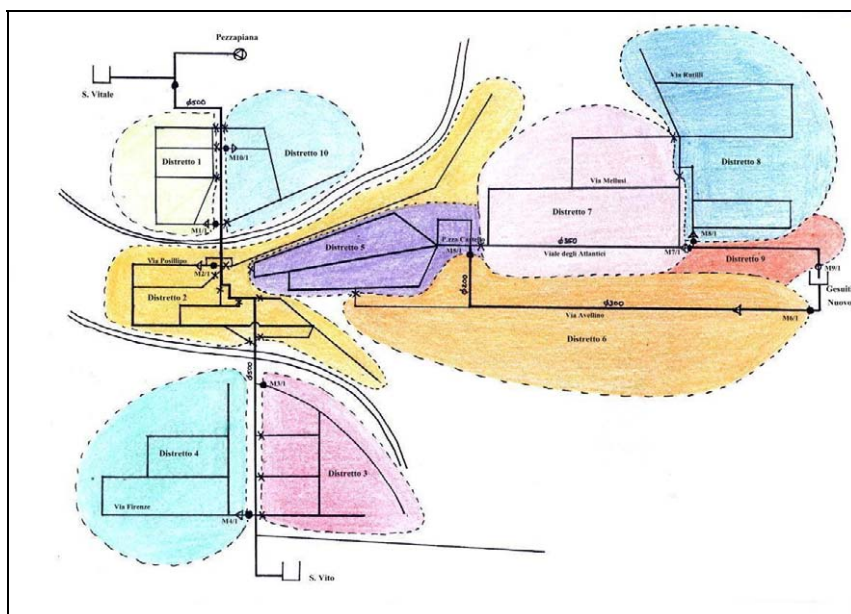
Fonte: studio WRC

Si può pertanto affermare che la parte più significativa delle perdite è da ricercarsi nella rete di distribuzione.

Tradizionalmente nella ricerca delle perdite si adotta un approccio passivo in cui l'intervento di ricerca e di riparazione delle tubature viene portato a compimento solo quando c'è evidenza di acqua in superficie. Tale approccio non è però particolarmente efficiente in quanto non consente l'individuazione delle numerose perdite non visibili. A riprova dell'inefficienza del metodo finora utilizzato ci sono gli elevati livelli di perdite registrati nelle reti idriche di tutto il mondo che suggeriscono l'introduzione di nuove tecniche.

Si è visto che ricerche mirate ed approfondite delle perdite piuttosto che investigazioni a largo raggio con indagini di base portano a risultati migliori. Le più recenti esperienze internazionali hanno dimostrato che, per diminuire le perdite in rete e per mantenerle ad un livello basso, il punto di partenza è la realizzazione di un sistema permanente di controllo; tale approccio è chiamato settorializzazione.

L'obiettivo è dividere la rete in settori permanenti alimentati da una condotta principale sulla quale è installato un misuratore di portata. In questo modo è possibile individuare immediatamente non solo la presenza di una nuova perdita, ma anche conoscerne l'entità ed in quale punto della rete è localizzata. Un esempio di rete divisa in settori è quello di Fig. 123.



La realizzazione dei settori è da considerarsi un elemento fondamentale per mantenere un basso livello di perdite in rete. Senza questo accorgimento tecnico non è possibile controllare il livello delle perdite o definire il momento più opportuno di intervento. E' opportuno sottolineare che tale metodo non consente la localizzazione diretta della perdita senza l'utilizzo di apposita strumentazione acustica.

Una perdita d'acqua in una rete idrica produce sempre del rumore. Questo è il principio che sta alla base del metodo di ricerca delle perdite occulte tramite strumenti atti a rilevare i livelli di rumore come il correlatore ed il geofono. L'utilizzo di questa tecnologia per ridurre l'entità delle perdite è diventato molto diffuso ed è considerato come il miglior metodo attualmente disponibile. L'esperienza applicativa ha comunque evidenziato anche alcuni limiti della ricerca delle perdite legato ai rumori da esse prodotti che di seguito vengono segnalati:

- la necessità di applicare una ricerca a tappeto costosa su tutta la rete;
- la mancanza di conoscenza del materiale e la posizione delle condotte limita l'applicazione corretta della strumentazione;
- senza una ricerca frequente, il livello delle perdite tende a ritornare ai livelli precedenti all'intervento di bonifica;
- l'interpretazione dei risultati è più difficile quando non si conosce l'entità della perdita, aumentando quindi il rischio di errori;
- evidenzia tutte le perdite anche quelle meno significative.

La soluzione è indirizzare l'applicazione della strumentazione alle condotte con maggiori perdite. Ciò è possibile con lo svolgimento di una prova notturna di isolamento progressivo della rete, o step test. La riduzione della portata a seguito di ogni chiusura rappresenta il consumo della porzione di rete isolata, che durante le ore notturne quando il consumo delle utenze è minimo, corrisponde quasi esclusivamente alle perdite.

Con lo svolgimento dello step test, è possibile localizzare ed eliminare le perdite principali nella maniera più efficiente. Per diminuire ulteriormente il livello delle perdite in rete è necessario localizzare e riparare anche le perdite di piccola entità. Il metodo migliore consiste nell'applicazione dei registratori di rumore sugli elementi di rete (saracinesche, prese, sfiati, idranti ecc.) per registrare l'intensità dei livelli acustici dovuti alle piccole perdite durante le ore notturne quando il rumore di fondo è minimo. In certi casi è anche possibile, mediante correlazione dei livelli acustici registrati da più strumenti, definire il punto più probabile della perdita. Successivamente con il correlatore ed il geofono è possibile individuare il punto preciso. Questo approccio impegna molte più forze per recuperare delle quantità modeste in quanto richiede il controllo di numerose condotte andando a discapito dell'efficienza specie se si paragona tale metodo allo step test.



Fig. 124 - Registratori di rumore per l'individuazione delle perdite in rete

L'unica soluzione per eliminare completamente le perdite è rinnovare la rete. Una sostituzione parziale non è sempre sufficiente per eliminare il problema in quanto la riduzione di portata a seguito dell'eliminazione della perdita ha l'effetto di aumentare la pressione, che potrebbe di conseguenza causare la formazione di altre perdite nelle condotte rimaste in servizio. La sostituzione delle condotte rappresenta l'intervento più costoso e quindi quello con il rapporto costo/beneficio meno conveniente.

E' possibile dividere in 4 fasi, una successiva all'altra, l'approccio ottimale per diminuire le perdite:

- FASE 1: realizzazione di un sistema permanente di controllo delle perdite basato sulla settorializzazione. Questa fase è necessaria in tutte le reti, per consentire il controllo delle perdite e la definizione della priorità di intervento. Nelle reti più complesse sarà necessaria la costruzione e calibrazione di un modello matematico.
- FASE 2: identificazione delle condotte con maggiori perdite tramite lo svolgimento di una prova notturna di step test e la localizzazione successiva delle perdite con gli strumenti acustici. Questo primo passo per il recupero delle perdite rappresenta quello più conveniente dal punto di vista dei costi / benefici.
- FASE 3: localizzazione di tutte le perdite, comprese quelle di piccola entità, con un'applicazione a tappeto degli strumenti acustici, compresi i registratori di rumore, correlatore e geofono. Questa fase consente l'individuazione anche delle perdite che normalmente non sono convenienti da riparare.
- FASE 4: sostituzione della rete. Questa è la fase più onerosa dal punto di vista economico ma se svolta correttamente dovrebbe eliminare le perdite.

4.3 Risultati

Sono stati analizzati i risultati ottenuti durante il progetto pilota finanziato dalla Regione Umbria svolto nelle città di Perugia, Foligno, Spoleto, Terni e Gubbio. Questi dati sono stati confrontati e messi in relazione con quelli evidenziati da altri progetti eseguiti in Toscana, Emilia Romagna, Calabria e Puglia al fine di confermarne l'attendibilità.

Un sistema permanente di controllo delle perdite è essenziale per diminuire e successivamente mantenere un livello basso di perdite in rete. Nel presente studio la realizzazione del sistema è stata considerata come un costo, senza un ritorno diretto, malgrado il fatto che l'alimentazione di un settore della rete da una condotta consenta in certi casi la realizzazione di un sistema di controllo della pressione che abbasserebbe comunque il livello di perdita.

Tipicamente lo svolgimento della prova di step test seguita dalla localizzazione precisa delle perdite su alcune condotte con gli strumenti acustici consente il recupero di almeno il 63% della perdita originale.

La valutazione del beneficio ulteriore di una ricerca a tappeto con gli strumenti acustici su tutta la rete non controllata nella fase precedente è basata sui risultati di tre studi di ricerca svolti in Umbria, Lombardia e Puglia. Mediamente si ottiene un recupero ulteriore pari al 19% della perdita originale.

La sostituzione di tutta la rete consente l'eliminazione delle perdite. In questa maniera si può ottenere il recupero massimo, ma con un costo elevato.

Non sono state rilevate notevoli differenze nei risultati ottenuti nelle piccole reti di distribuzione rispetto a quelle urbane. Questo è dovuto al fatto che con lo svolgimento della prova notturna di chiusura si individuano tutte le perdite principali a prescindere dalla tipologia e configurazione della rete. Il costo

di realizzazione di un sistema permanente di controllo in una piccola rete in ambito rurale potrebbe essere inferiore in quanto richiede uno studio idraulico meno approfondito.

I prezzi applicati sono quelli comunemente riscontrati durante lo svolgimento dei progetti precedentemente citati in Italia nel 2003 e nel 2004. Il risultato ottenuto è riportato di seguito in Fig. 125.

Le caratteristiche principali del grafico in Fig. 125 sono le seguenti:

- non si tratta quindi un grafico teorico dato che rappresenta l'interpolazione dei risultati ottenuti in progetti svolti in ambito regionale e nazionale;
- un costo iniziale senza recupero che corrisponde alla realizzazione dei settori;
- un aumento molto graduale del costo che corrisponde ad un recupero significativo delle perdite per un investimento contenuto grazie allo svolgimento della prova di step test e la riparazione delle perdite di maggiore entità;
- il costo tende ad aumentare in una maniera significativa quando è necessario localizzare e riparare le perdite di piccola entità;
- l'aumento più considerevole corrisponde alla costosa sostituzione della rete.

Il grafico rappresenta quindi i costi ed i risultati tipici ottenibili applicando l'approccio ottimale, la tecnologia e la strumentazione più avanzata disponibili per la diminuzione ed il controllo delle perdite nelle reti idriche. Nel processo di valutazione dell'intervento è importante procedere come segue:

- il punto di zero recupero corrisponde alla perdita iniziale;
- definire il recupero delle perdite desiderato e risalire dal grafico al costo chilometrico conseguente;
- il costo totale si ottiene moltiplicando il costo chilometrico alla lunghezza della rete in oggetto.

L'intervento è conveniente se il costo totale è inferiore alle soluzioni alternative ed al valore socio economico attribuito all'acqua.

L'applicazione della curva ottenuta durante lo studio richiede una valutazione precisa e coerente dell'attuale livello di perdita.

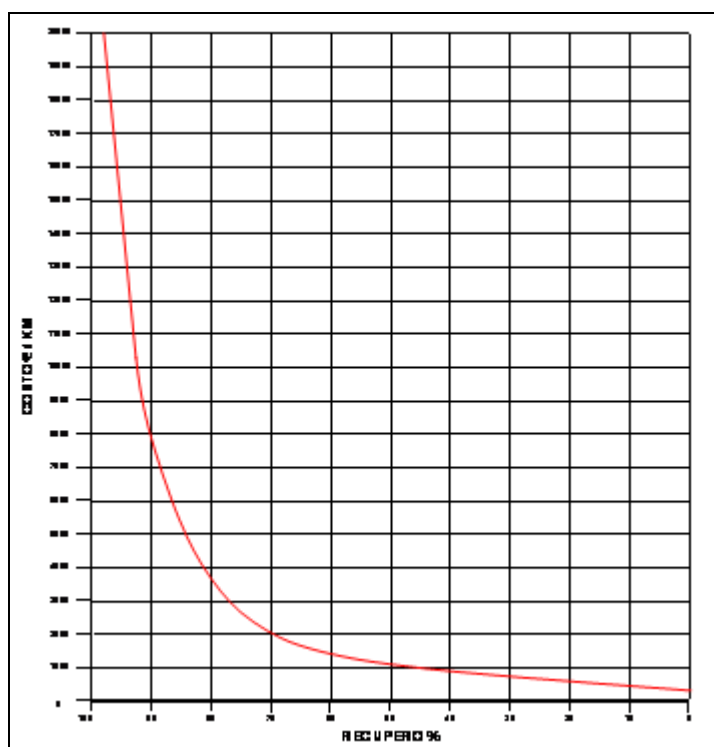


Fig. 125 - Rapporto tra costo (€/km) e recupero (%)