



BACINO IDROGRAFICO DEL FIUME NESTORE

MONITORAGGIO CHIMICO E MICROBIOLOGICO DI ACQUE E SCARICHI

RELAZIONE TECNICA

05 / Introduzione

06 / Metodo di indagine

09 / Bacino idrografico del fiume Nestore

10 / Fiume Nestore

11 / Punti di campionamento

14 / Analisi dei risultati

41 / Torrente Genna

42 / Punti di campionamento

44 / Analisi dei risultati

56 / Torrente Caina

57 / Punti di campionamento

59 / Analisi dei risultati

69 / Conclusioni

Gruppo di Lavoro

Redazione

Dott. Mirko Nucci

Dott. Michele Sbaragli

Versione

Visto

Dott.ssa G. Saltalamacchia

Arpa umbria

agenzia regionale per la protezione ambientale
arpa@arpa.umbria.it

via Pievaiola – San Sisto – 06132 – Perugia / tel 075 575961 / fax 075 57596235 / www.arpa.umbria.it/

Introduzione

I corsi d'acqua che attraversano l'Umbria hanno contribuito fortemente alla caratterizzazione del paesaggio odierno, creando una molteplicità di habitat acquatici e terrestri, molti dei quali con caratteri di unicità, che rappresentano un importante valore ambientale ed interesse naturalistico per il territorio regionale. Tuttavia, i corsi d'acqua umbri sono stati sottoposti ad una graduale diminuzione di "naturalità", imputabile prevalentemente all'incremento della pressione antropica ed alle alterazioni morfologiche. Questo contesto di degrado ambientale ha interessato prevalentemente alcuni corsi d'acqua che attraversano il territorio umbro, tra i quali il Fiume Nestore, uno dei principali tributari di destra del F. Tevere, cui è stato assegnato lo stato di qualità ambientale "scadente" in base alla classificazione prevista nel D.L. 152/06.

Occorre sottolineare che il fiume Nestore ha subito rilevanti modifiche di carattere idrologico fin dal XVI secolo, quando il corso principale è stato canalizzato presso l'abitato di Marsciano per contenere la graduale migrazione dei meandri. Inoltre, il fiume è stato storicamente sfruttato per l'approvvigionamento idrico della popolazione e per la produzione di energia. In tempi più recenti, l'azione antropica esercitata sul territorio è cresciuta, gravando sulle condizioni ambientali, ecologiche e morfologiche dell'ecosistema fluviale: innanzitutto, presso la miniera di Pietrafitta, il corso del fiume ha subito, a metà degli anni '60, un'importante derivazione di due affluenti (Nolfa e Rigalto) ed uno spostamento del corso principale di circa 500 m, incanalandone il letto assieme a quello del Rigalto, in una galleria sotterranea, ad opera di ENEL; nello stesso sito, un altro tratto di fiume è stato incanalato per alimentare il "lago di Pietrafitta", bacino artificiale che funge da *reservoir* di acqua destinata al raffreddamento dell'impianto.

Il tratto medio-vallivo è stato alterato con arginature, canalizzazioni, sbarramenti e non mancano derivazioni e captazioni per uso agricolo. I principali affluenti (Genna e Caina) apportano un notevole carico inquinante, derivante principalmente da scarichi civili, industriali e zootecnici, che sommati alle pressioni antropiche che agiscono direttamente sull'asta principale del Nestore, rendono la situazione complessiva particolarmente delicata. In particolare, occorre considerare il numero rilevante di centri abitati privi di un sistema di depurazione, le cui acque reflue vengono convogliate direttamente nei corsi d'acqua, senza subire un processo di depurazione. Alcuni esempi sono costituiti dagli abitati di S. Martino in Campo, S. Enea e San Fortunato, le cui acque reflue vengono rilasciate rispettivamente nei fossi delle Cortine, del Cardeto, del Colognola, affluenti in sinistra idrografica del torrente Genna.

Vi sono alcuni Comuni (ad esempio Corciano), dotati di depuratore, in cui parte della rete fognaria non è collettata e i cui reflui finiscono nei corsi d'acqua senza subire un processo di depurazione. Esistono anche numerosi scolmatori di piena che, per vari motivi di carattere tecnico

(sottodimensionamento della rete fognaria e/o dei depuratori, problemi di manutenzione, errori di progettazione ecc.), riversano parte dei reflui nel reticolo idrografico anche in assenza di precipitazioni atmosferiche. Questi problemi si sommano all'utilizzo intensivo del territorio per l'agricoltura, alla presenza diffusa di allevamenti di varia natura ed entità, alla presenza di numerose aree sottoposte a fertirrigazione e all'esistenza di aziende che recapitano gli scarichi direttamente in alveo.

Il contesto di degrado ambientale ed ecologico ha fatto emergere la necessità di uno studio che potesse definire lo stato di qualità ambientale del fiume Nestore ed evidenziare le principali criticità esistenti. Lo studio è stato effettuato in un arco temporale di due anni, con indagini in campo ripetute in due periodi distinti (solo per il fiume nestore), riconducibili ai periodi di magra e invernale dei corsi d'acqua, per verificare lo stato ambientale in condizioni idrologiche opposte. Le campagne di monitoraggio sugli affluenti Genna e Caina sono state effettuate in un solo periodo di riferimento, quello estivo.

1. Metodo di indagine

La determinazione dello stato ambientale di un corso d'acqua non può prescindere da un approccio integrato tra chimica, ecotossicologia ed ecologia dell'ambiente acquatico. Tale affermazione nasce dalla consapevolezza che tutte le informazioni di carattere chimico, ecotossicologico ed ecologico sono tra loro complementari e contribuiscono collettivamente alla comprensione delle problematiche ambientali. Tuttavia, questo tipo di approccio necessita di notevoli risorse economiche ed umane che non è stato possibile reperire in seno all'agenzia. Si è pertanto deciso di impostare lo studio in forma più "snella", adottando un approccio di natura prevalentemente chimica, effettuato su varie matrici ambientali (acque, sedimenti e scarichi). Inoltre, sono state effettuate analisi di tipo microbiologico su acque fluviali e scarichi, utilizzando il batterio *Escherichia coli* come indicatore di inquinamento fecale.

Le determinazioni sono state effettuate lungo l'asta principale del Nestore e nei corsi principali degli affluenti di maggior rilievo, Caina e Genna, per un numero complessivo di 55 punti di misura, distribuiti nel modo seguente: 32 punti lungo l'asta principale del Nestore, 13 lungo il corso del Genna e 10 nel Caina. L'indagine di dettaglio non ha interessato i torrenti Fersinone e Faena per il loro regime fortemente stagionale, nonostante essi siano affluenti di particolare rilievo.

Il campionamento delle acque superficiali destinate all'esame microbiologico, le determinazioni dei parametri chimico-fisici e le analisi chimiche di acque superficiali e scarichi recapitanti in

alveo sono state effettuate con l'ausilio del laboratorio mobile in dotazione al Dipartimento Provinciale di Perugia. Il mezzo è dotato di alcuni strumenti per l'effettuazione di analisi in campo; in particolare, è fornito di uno spettrofotometro, di un bioluminometro completo di termostato e di una centrifuga refrigerata, oltre ad alcuni strumenti portatili (torbidimetro, multimetro per la misura di temperatura, pH, potenziale redox, conducibilità e O.D.) e numerosi accessori da banco.



Fig. 1.1 – Particolari del laboratorio mobile utilizzato dall'Agenzia per le determinazioni in campo.

Lo scopo principale del laboratorio mobile è di rispondere prontamente alle emergenze ambientali, effettuando uno screening iniziale propedeutico, ove necessario, a studi di maggior dettaglio, diminuendo drasticamente i tempi di intervento e riducendo contestualmente il carico di lavoro del Laboratorio Multisito dell'Agenzia. Nel caso specifico, il laboratorio mobile è stato utilizzato per molteplici ragioni: innanzitutto, la capacità di fornire un supporto logistico completo, vista la possibilità di ospitare attrezzature particolarmente voluminose; inoltre, la capacità di “decentrare” parte delle analisi chimiche in campo ha consentito una gestione più snella del lavoro, evitando lo stoccaggio e il trasporto dei campioni prelevati in alveo.

Gli esami microbiologici sono stati effettuati dal Laboratorio Multisito dell'Agenzia.

Le campagne sono state condotte esaminando i parametri chimico-fisici e il carico di nutrienti delle acque superficiali del Nestore e dei suoi principali affluenti. Occorre sottolineare che lo studio condotto sulle acque superficiali costituisce una semplice “istantanea” delle condizioni presenti in quel momento e in quel tratto di fiume, strettamente legata allo stato di deflusso del bacino idrografico.

I parametri chimico-fisici forniscono preziose informazioni su sversamenti in atto, presenza di scarichi e sulle condizioni di “base” dell'ecosistema fluviale. Per tali ragioni si è scelto di determinare i parametri chimico-fisici, poiché fornendo indicazioni legate all'*hinc et nunc*, nonostante nei monitoraggi siano subordinati ai parametri biologici come indicatori per la classificazione dello stato di qualità dei corpi idrici, esprimono un ottimo rapporto tra l'attinenza ecologica, i tempi di risposta brevi e la facilità di sintesi delle condizioni ambientali.

Il campionamento, lo stoccaggio e le analisi chimico-fisiche delle acque superficiali sono stati effettuati seguendo il “Protocollo per il campionamento dei parametri fisico-chimici“ (APAT in Metodi Biologici per le Acque – Parte I, 2007) e le linee guida del documento che recepisce la direttiva 2000/60/CE, con particolare riferimento alla definizione dello stato chimico-fisico delle acque superficiali (allegato V par. 1.1).

Sono state pertanto analizzate le condizioni termiche, le condizioni di ossigenazione (COD e ossigeno disciolto), lo stato di acidificazione e le condizioni dei nutrienti delle acque superficiali.

Il campionamento, ove possibile, è stato effettuato valutando la variabilità delle condizioni chimico-fisiche di ogni singolo punto di prelievo. Nei tratti fluviali rettilinei, ove sussistevano condizioni idrauliche adeguate, le analisi sono state effettuate su un campione medio costituito da due prelievi, uno effettuato al centro dell'alveo e l'altro in prossimità della sponda; nei tratti curvilinei, il campione medio è stato composto da tre aliquote prelevate rispettivamente all'esterno dell'ansa, al centro e all'interno.

I parametri chimici analizzati mediante tecniche spettrofotometriche sono: COD, azoto ammoniacale e ione ammonio, azoto nitrico e nitrati, azoto nitroso e nitriti, azoto totale, fosfati, fosforo totale, tensioattivi anionici e non ionici, fenoli.

2. Bacino idrografico del fiume Nestore

Il fiume Nestore ha una lunghezza complessiva di circa 42 km, nasce nei pressi di Monteleone d'Orvieto a 480 m s.l.m. e confluisce in destra idrografica del fiume Tevere presso Collepepe, ad una quota di 184 m s.l.m..

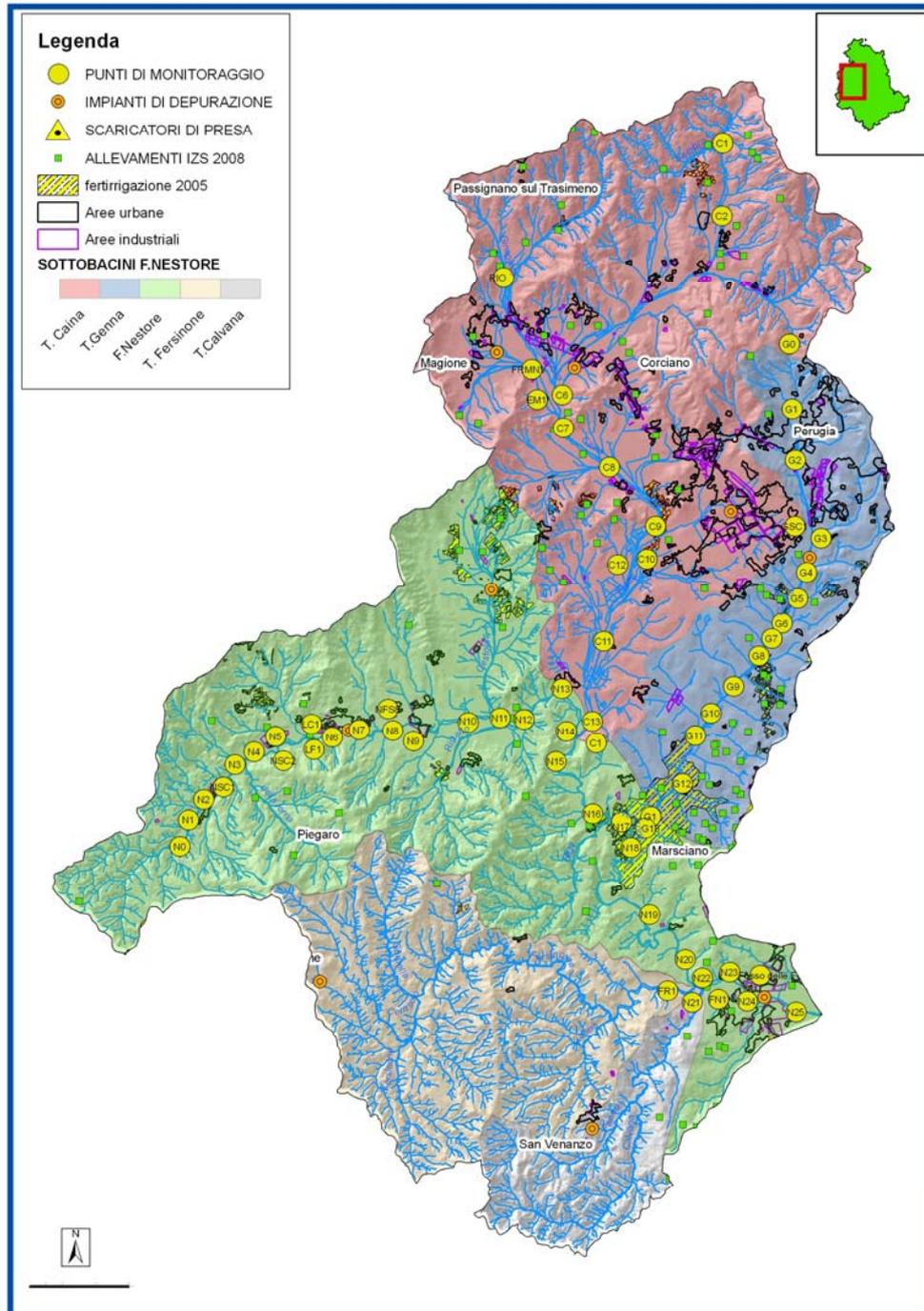


Fig. 3.1 – Bacino del Nestore. Sono evidenziati i sottobacini Genna, Caina, Faena e Calvana. La carta indica i punti di campionamento (cerchi gialli) e le pressioni antropiche esercitate sul territorio (depuratori, aree industriali, allevamenti, zone fertirrigate).

Gli affluenti principali del fiume Nestore sono i torrenti Caina e Genna in sinistra idrografica e i torrenti Fersinone e Faena in destra, cui fanno capo molti fossi tributari. In particolare, il torrente Caina, collegato idraulicamente al Lago Trasimeno, raccoglie le acque della porzione settentrionale del bacino, mentre il torrente Genna contribuisce con le acque della porzione centro-orientale. Il Fersinone ed il Faena, caratterizzati da un'idrografia particolarmente ramificata, si sviluppano nella porzione sud-occidentale del bacino. Vi sono numerosi centri abitati che ricadono nel bacino del fiume Nestore, tra i quali spicca la città di Perugia, gli abitati di Corciano, Magione e Marsciano. Le attività industriali sono prevalentemente situate nella fascia pianeggiante e basso collinare, compresa tra la porzione occidentale del capoluogo regionale e il lago Trasimeno, nei comuni di Perugia, Corciano, Magione, Piegaro, Panicale (Tavernelle) e Marsciano.

3. Fiume Nestore

Il fiume Nestore, affluente in destra idrografica del Tevere, 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 primo tratto, il corso d'acqua presenta 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 confluisce in una valle caratterizzata da maggiore ampiezza e basse pendenze.

Il fiume Nestore è caratterizzato da un regime idraulico variabile; nel 2009, la stazione idrometrica di Marsciano, gestita dal Servizio Idrografico della Regione Umbria, ha registrato una portata media di 2,60 m³/s, a fronte di una portata massima di 36,61 m³/s. Nei primi sette mesi dell'anno 2010, caratterizzato da precipitazioni atmosferiche di notevole entità che si sono protratte fino all'inizio della stagione estiva, è stata rilevata una portata media di 8,73 m³/s ed una portata massima superiore a 170 m³/s, il giorno 07.01.2010. La campagna invernale, effettuata nei mesi di Gennaio-Febbraio 2010, è stata complicata dalla presenza di una portata idraulica considerevole (valore medio del bimestre 18,70 m³/s).

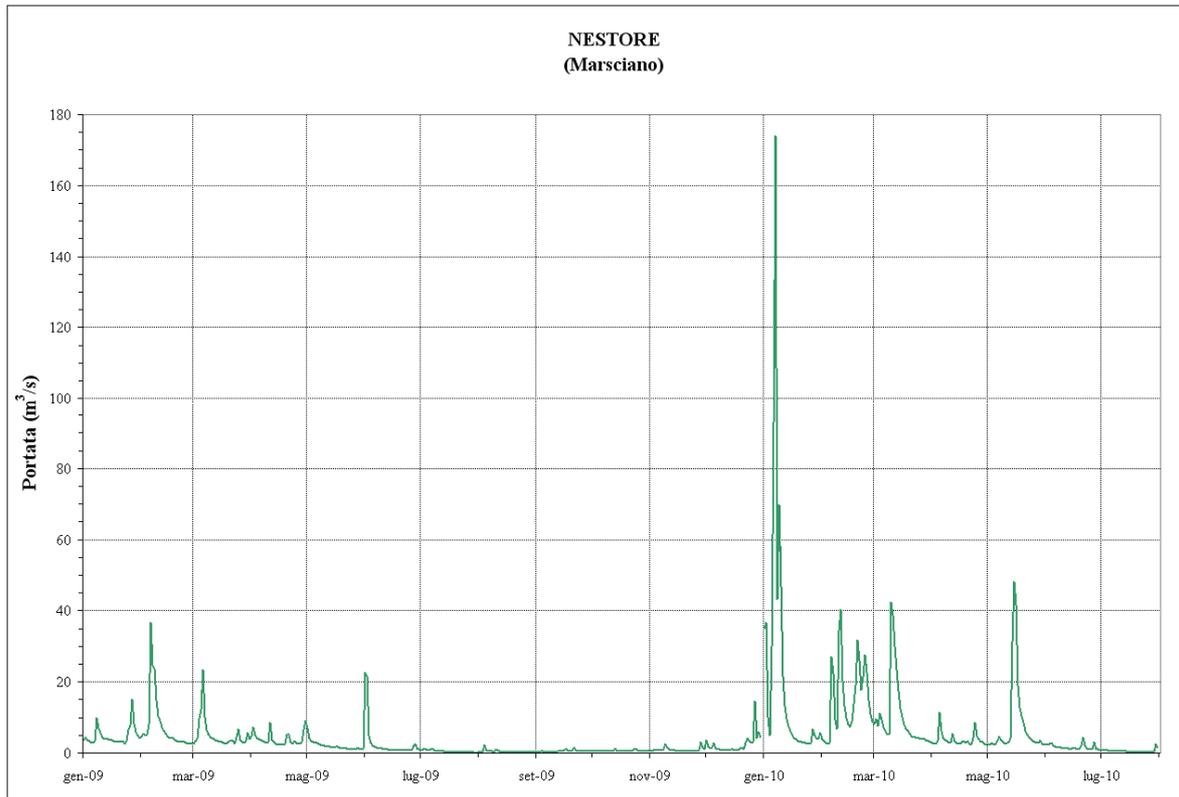


Fig. 3.1 – Portate giornaliere del fiume Nestore, determinate dalla stazione idrometrica di Marsciano, nel periodo relativo alle campagne di monitoraggio (01.01.2009-31.17.2010).

3.1 Punti di campionamento

Sono state individuate 25 stazioni di campionamento delle acque, distribuite omogeneamente lungo l'asta principale; i prelievi di acqua superficiale sono stati effettuati a monte\valle delle confluenze con i principali affluenti e sugli affluenti stessi, per valutare il contributo di ogni tributario sul chimismo delle acque del fiume Nestore. Analogamente, i prelievi sono stati effettuati a monte\valle dei principali centri urbani ed industriali presenti nel territorio.

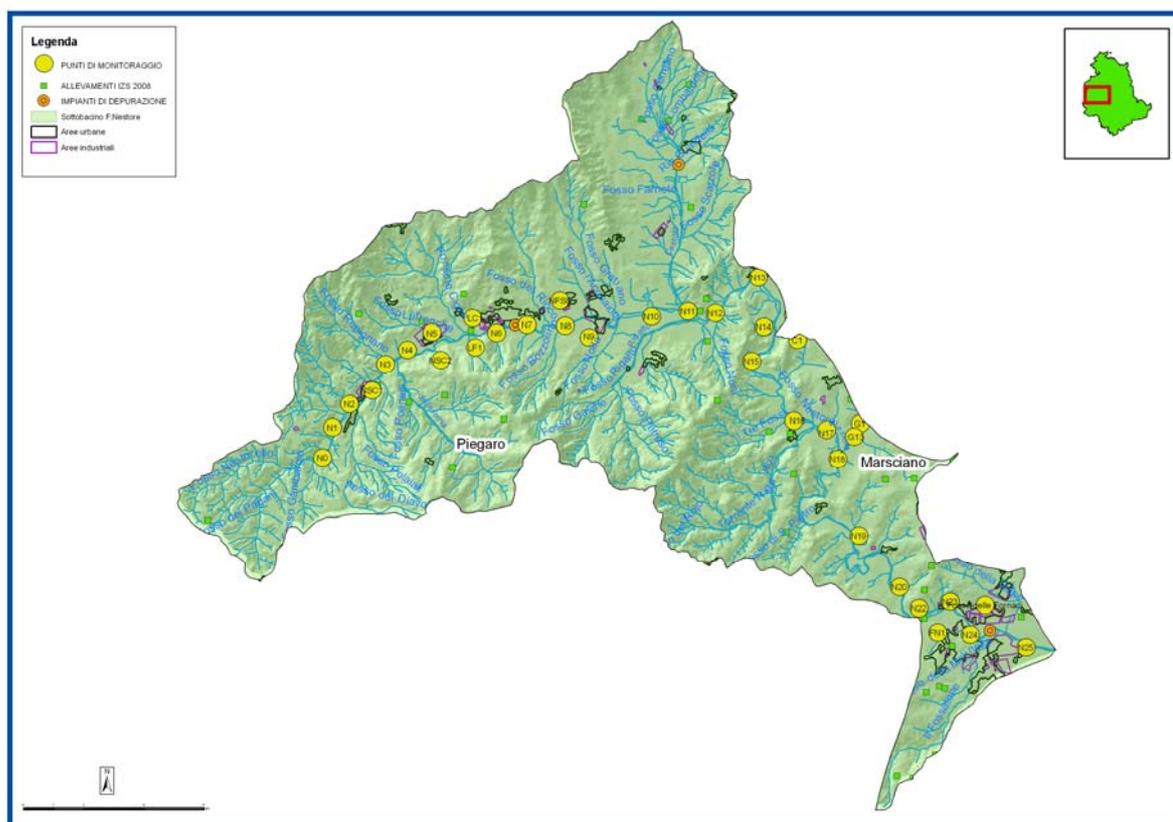


Fig. 3.1.1 – Bacino idrografico del Nestore, evidenziato senza sottobacini del Caina, Genna, Fersinone e Calvana per elevare il grado di dettaglio. La carta indica i punti di campionamento (cerchi gialli) e le pressioni antropiche esercitate sul territorio (depuratori, aree industriali, allevamenti, zone fertirrigate).

Durante la campagna estiva, solo gli affluenti Caina e Genna hanno mostrato presenza di acqua mentre gli altri erano in secca. A tal proposito, il punto di prelievo situato tra i Fersinone ed il Faena (N22) non è stato preso in considerazione nell'ambito della campagna estiva, poiché ritenuto superfluo.

Nel corso dell'inverno si è verificata una piena straordinaria dei corsi d'acqua umbri che ha coinvolto anche Nestore, Caina e Genna. A seguito dell'evento alluvionale, il paesaggio e le condizioni delle zone limitrofe ai corsi d'acqua hanno subito evidenti cambiamenti, rendendo talvolta impossibile l'accesso all'alveo.

Alcuni punti di prelievo sono stati sovrapposti alle stazioni utilizzate nei precedenti studi e campagne di monitoraggio, per avere serie di dati pregressi utilizzabili per confronti e valutazioni aggiuntive. L'Agenzia, infatti, effettua da anni il monitoraggio qualitativo dei corpi idrici significativi per determinarne lo stato di qualità ambientale ai fini del D.L. 152/06, utilizzando una rete di stazioni di misura; il fiume Nestore dispone di tre stazioni di monitoraggio denominate Nes1, Nes2 e Nes3, localizzate rispettivamente nel centro urbano di Marsciano (Nes1), a monte della confluenza con il fiume Tevere (Nes2) e a valle della confluenza con il tributario Cestola. In prossimità di queste stazioni, sono stati individuati i punti di prelievo N23, N25 e N11.

Punto di Prelievo	Localizzazione	Distanza dalla sorgente (km)
N0	A Monte di Piegaro	1,3
N1	Piegaro	3,1
N2	Valle del depuratore di Piegaro	4,2
Nsc1	Piegaro	4,4
N3	Piegaro a valle Allevamento CLOVIS	4,5
Ierna	Confluenza presso Ierna	5,0
N4	A valle fosso Ierna	5,7
Lufranche	Zona industriale La Potassa	
N5	A valle di Macereto	7,8
Le Cigne	Tavernelle	8,5
N6	Tavernelle	8,7
N7	A valle del Depuratore di Tavernelle	7,7
N8	A valle fdel Riocco	9,4
N9	A monte Centrale Pietrafitta Benzina	10
N10	A monte del Cestola	12,6
N11	Valle Cestola, a onte del Rigalto	13,8
N12	Valle del Rigalto	14,1
N13	Castiglione della Valle	15,8
N14	Monte del Caina	16,9
Caina	Ponte Pieve Caina	17,5
N15	Valle del Caina S.Apollinare	18,7
N16	Mercatello a monte del Rigo	21,6
N17	Valle del Rigo	22,8
Genna	a valle Olmeto	23,7
N18	A valle del Genna	24
N19	Compignano a valle F.sso S.Margherita	30
N20	Morcella a valle fosso delle Lame	34,7
N21	Confluenza con ilFersinone in secca	36,5
N23	Marsciano	37,8
N24	Marsciano Ponte	38,5
Fosso delle Fornaci	Fornaci Briziarelli Marsciano	40,4
N25	A valle del Fosso Fornaci	41,1

Tab. 3.1.1 – Identificazione e localizzazione dei punti di prelievo.

Nell'anno 2003, il fiume Nestore è stato oggetto di uno studio, svolto da ARPA Umbria, al fine di valutare, attraverso l'utilizzo di diversi indicatori biologici, gli effetti tossici delle sostanze xenobiotiche immesse nei corsi d'acqua. In quel caso erano stati individuati tre punti di prelievo

rappresentativi del tratto iniziale, del tratto intermedio e del tratto finale del fiume. Tali stazioni corrispondono ai punti di prelievo N0, N18 e N25 di questo studio.

Il regime idraulico fortemente variabile del Nestore e dei suoi affluenti non consente, nei punti di campionamento, la deposizione di materiali fini sul fondo dell'alveo. Pertanto, non è stato possibile raccogliere campioni di sedimento in tutto il reticolo fluviale esaminato.

3.2 Analisi dei risultati

Nel paragrafo successivo sono riportati i dati ottenuti per ciascun parametro chimico-fisico determinato in campo. I grafici illustrano l'andamento dei parametri in funzione della distanza dalla sorgente; ogni punto di campionamento è identificato con il rispettivo codice alfanumerico. Vi sono due serie di illustrazioni, riferite rispettivamente alla campagna invernale e a quella estiva.

Schematicamente, i punti di prelievo relativi all'asta principale del Nestore sono uniti da una linea spezzata per distinguerli da quelli degli affluenti e degli scarichi, contrassegnati da un cerchietto giallo associato ad una linea verticale tratteggiata: in tal modo è possibile verificare il contributo di ogni affluente/scarico sul chimismo delle acque del fiume Nestore.

I grafici relativi alle analisi chimiche riportano la concentrazione del singolo analita (espresso in mg/l), il codice alfanumerico di ogni punto di prelievo e la sua localizzazione. Anche in questo caso, affluenti e scarichi sono contrassegnati in modo diverso per verificare l'apporto di nutrienti di ogni singolo recapito sull'asta principale del Nestore.

3.2.1 Parametri chimico-fisici

Ossigeno disciolto

Tutte le acque superficiali, in condizioni normali, contengono una certa quantità di ossigeno disciolto. La solubilità dell'ossigeno in acqua dipende dalla temperatura, dalla concentrazione salina dell'acqua e dalla pressione atmosferica. Influiscono, inoltre, la portata idraulica, la velocità della corrente e la presenza di sostanze inquinanti come tensioattivi, oli e solidi sospesi, che riducono gli scambi con l'atmosfera. La quantità di ossigeno disciolto nelle acque superficiali è legata anche alla qualità e alla concentrazione delle sostanze organiche presenti, all'attività batterica e a quella fotosintetica.

Quando un corpo idrico riceve scarichi di natura organica di origine civile, zootecnica o industriale, l'ossigeno viene utilizzato nei processi di ossidazione biologica delle sostanze organiche inquinanti. In condizioni anossiche si hanno fenomeni fermentativi ad opera di batteri anaerobi, con produzione di ammoniaca ed acido solfidrico. Nel periodo estivo ed in presenza di eccessive concentrazioni di nutrienti (azoto e fosforo) si assiste ad un notevole sviluppo algale (eutrofizzazione); di conseguenza si può avere un aumento dell'ossigeno disciolto durante le ore diurne, in seguito all'attività fotosintetica ed una sua diminuzione durante le ore notturne, quando sono attivi solamente i meccanismi della respirazione, con consumo di ossigeno e produzione di anidride carbonica. Pertanto, è difficile commentare le fluttuazioni della concentrazione di ossigeno disciolto e ricondurle ad un singolo fattore. Il valore medio per un'ossigenazione naturale dei corsi d'acqua è di 6-8 mg/l circa, anche se soggetto a variazioni, mentre concentrazioni di ossigeno disciolto inferiori a 4-5 mg/l sono limitanti per il mantenimento delle forme di vita acquatica; concentrazioni superiori ai 10 mg/l, in sovrasaturazione, indicano la presenza di eutrofia e sviluppo algale eccessivo.

In estate, nel punto di prelievo N7 (si veda in merito il paragrafo 3.2.2), la concentrazione di ossigeno disciolto è inferiore a 4 mg/l, con concentrazioni di ammoniaca, nitriti, azoto totale e fosforo di particolare rilievo.

Anche nel punto N9, a monte della centrale di idroelettrica di Pietrafitta, la concentrazione di ossigeno è prossima ai 4 mg/l così come nel punto N13.

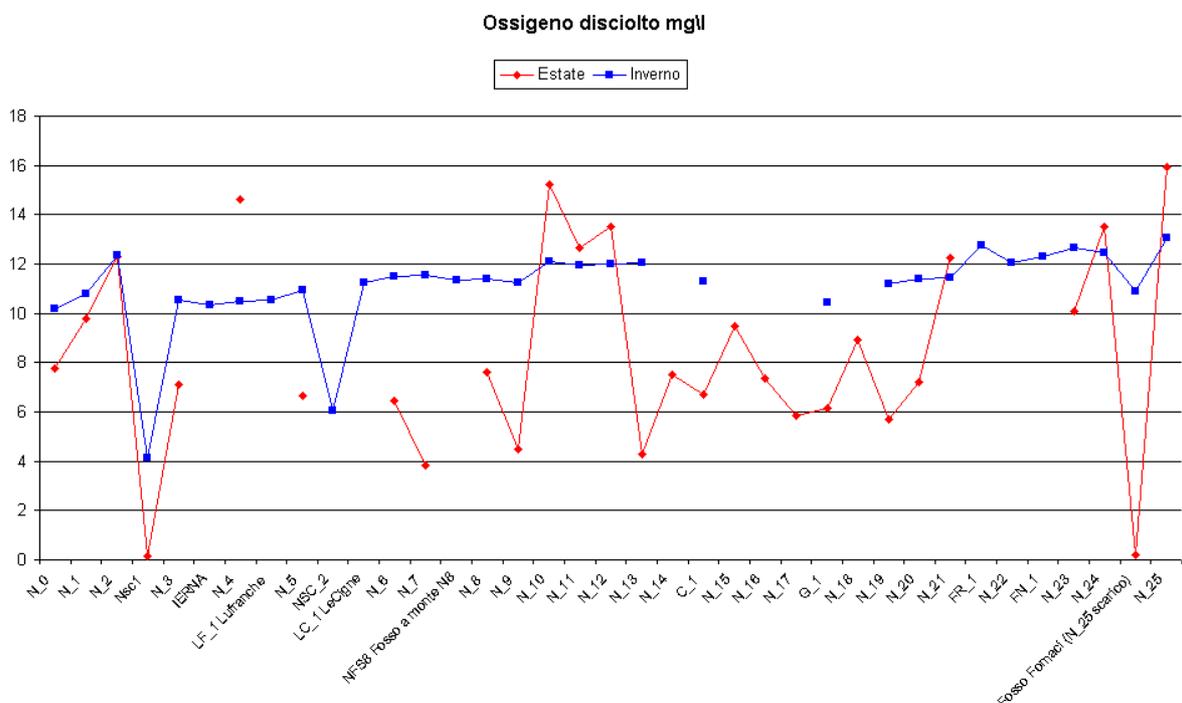


Fig. 3.2.1.1 Ossigeno disciolto: confronto tra i valori invernali ed estivi riscontrati nell'asta principale del fiume Nestore.

Osservando la figura 3.2.1.1 si può notare che i reflui provenienti dal NSC1 e dal Fosso delle Fornaci, in estate, hanno concentrazioni di ossigeno disciolto prossime allo zero ed evidenziano situazioni critiche per l'ecosistema acquatico. La situazione migliora sensibilmente in inverno.

Torbidità

La torbidità è comunemente definita come la proprietà di impedire la trasmissione della radiazione solare. Nelle acque correnti, la torbidità è strettamente correlata alla quantità di materiale sospeso in acqua e al trasporto solido. Il materiale in sospensione, anche se non dovuto a materiali inquinanti, rappresenta un elemento di vulnerabilità per l'ecosistema poiché incide sulla quantità della radiazione solare, sulla temperatura, l'ossigeno disciolto e l'adsorbimento di sostanze inquinanti non idrosolubili, che così possono essere trasportate in acqua.

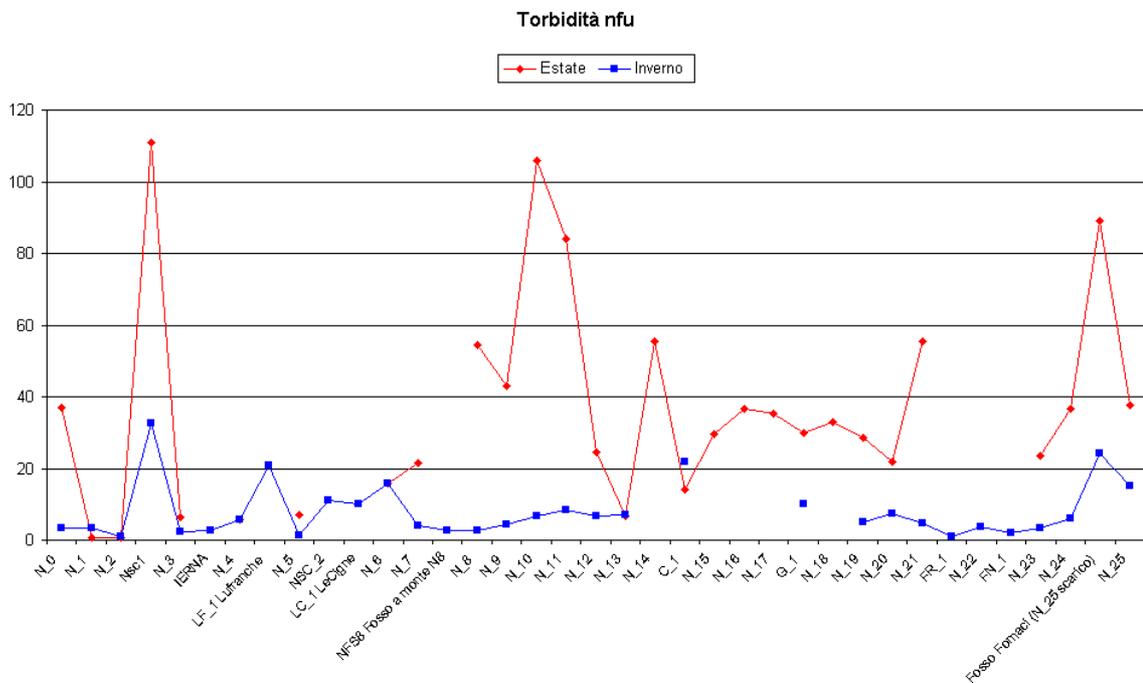


Fig. 3.2.1.2 Torbidità: confronto tra i valori invernali ed estivi riscontrati nell'asta principale del fiume Nestore.

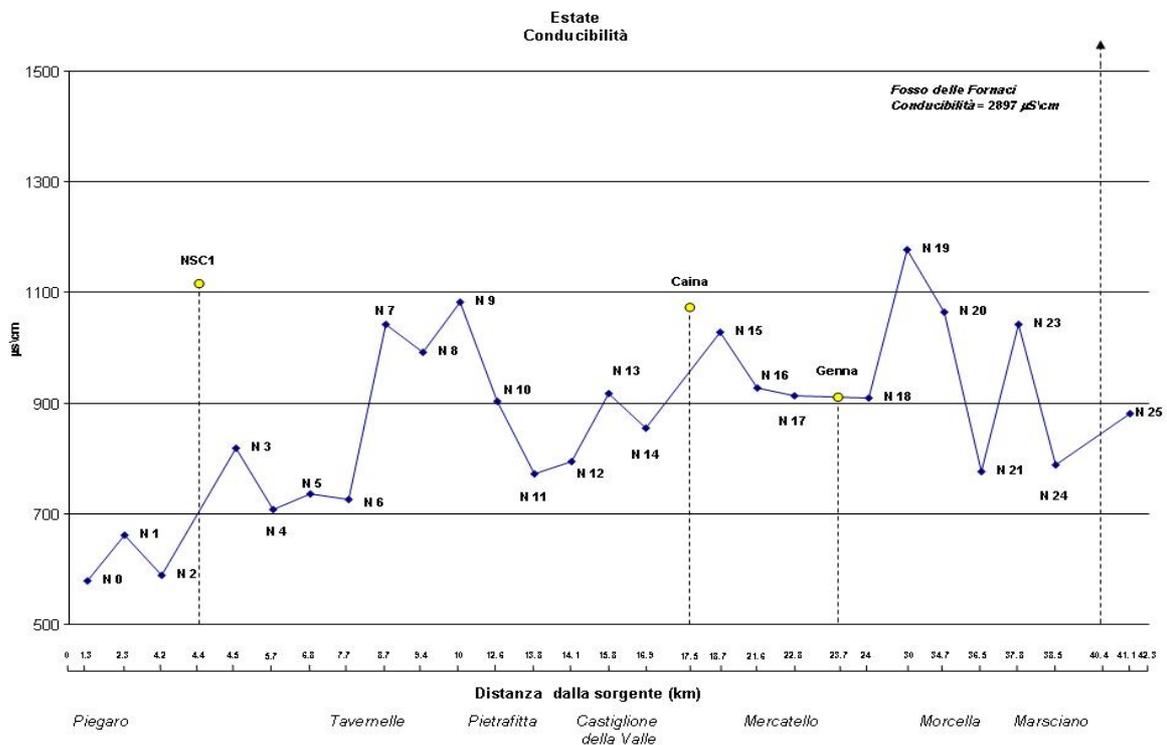
Si possono ottenere informazioni di maggior dettaglio confrontando l'andamento della torbidità con la concentrazione di ossigeno disciolto; laddove sia presente una relazione di proporzionalità inversa tra i due parametri (es. gli scarichi NSC1 e il refluo del Fosso delle Fornaci), è lecito supporre che la torbidità sia imputabile a sostanze xenobiotiche, mentre l'andamento concorde dei due parametri indica che la torbidità potrebbe essere relazionabile al materiale vegetale, fotosintetico, in sospensione.

Conducibilità

La conducibilità è direttamente proporzionale alla presenza di sostanze ioniche in soluzione. Tale parametro è caratteristico per ogni bacino idrologico ed è dipendente dalla tipologia del suolo e delle caratteristiche dell'acquifero.

Spesso, aumenti della conducibilità elettrica nelle acque superficiali possono indicare la presenza di scarichi o immissione di sostanze inquinanti.

Osservando la figura 3.2.1.3, si possono fare alcune considerazioni di interesse rilevante. Innanzitutto, vi è una marcata differenza tra il valore medio di conducibilità rilevato nella campagna estiva (890 $\mu\text{S}/\text{cm}$ circa) e quello relativo alla campagna invernale (730 $\mu\text{S}/\text{cm}$ circa), con una varianza nettamente superiore nella campagna estiva. Ovviamente, queste rilevanti differenze sono imputabili al diverso rapporto di diluizione che esiste nelle varie condizioni di regime idraulico, con valori medi di conducibilità più elevati in condizioni di carenza d'acqua.



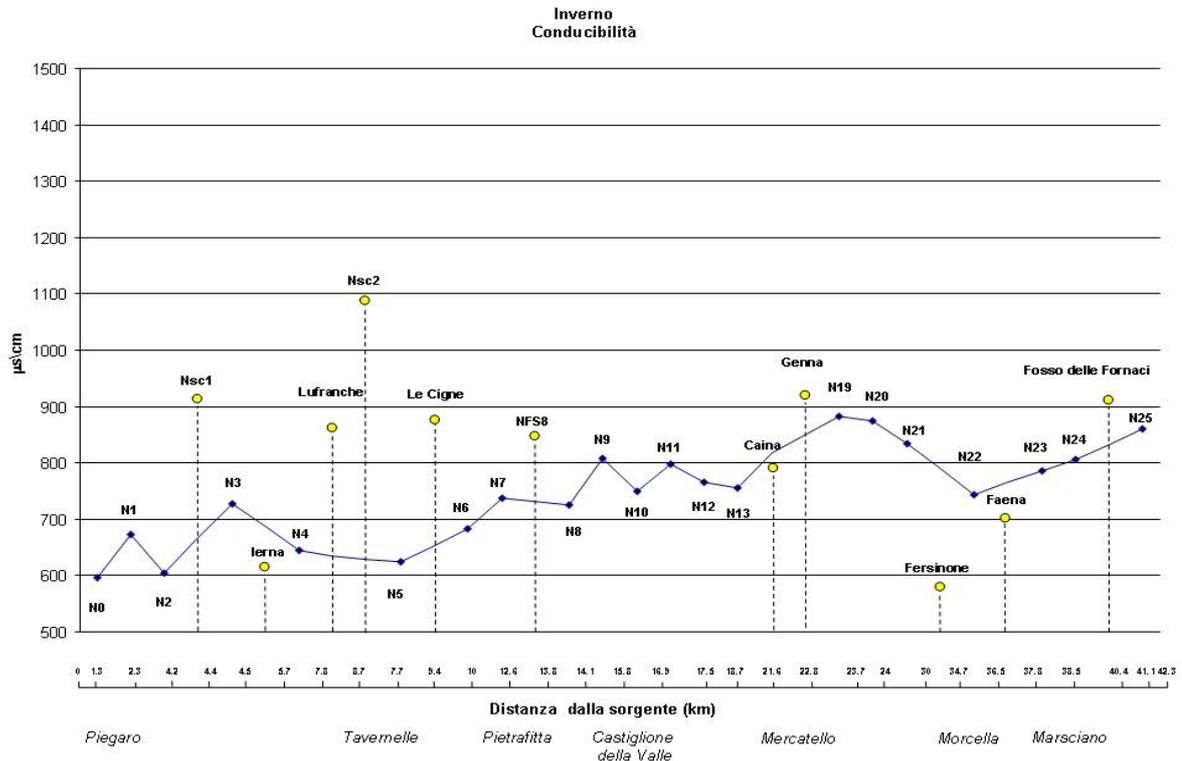


Fig. 3.2.1.3 Conducibilità elettrica: confronto tra i valori invernali ed estivi riscontrati nell'asta principale del fiume Nestore.

In pratica, nei mesi estivi il fiume risente maggiormente delle acque di scarico che vi confluiscono, con variazioni repentine e consistenti a valle degli scarichi e delle confluenze di tributari particolarmente inquinati (Genna e Caina).

Inoltre, la curva mostra chiaramente le zone del territorio che esercitano le maggiori pressioni sul corso d'acqua. Tale informazione è deducibile soprattutto dai dati della campagna estiva, dove ogni aumento marcato di conducibilità, con il dovuto grado di dettaglio, è riferibile ad un contesto di criticità (centri abitati, scarichi, scolmatori, affluenti inquinati ecc.). Nel complesso, è rilevabile un degrado delle acque diffuso, in particolare a valle degli scarichi, dell'abitato e del depuratore di Tavernelle e a valle degli affluenti Caina e Genna.

pH

In genere, nelle acque superficiali i fattori che influenzano il pH sono molteplici e nel presente studio i valori riscontrati non descrivono condizioni limitanti per la vita acquatica. Va ricordato inoltre che negli ecosistemi acquatici il pH è funzione della quantità di CO₂ disciolta ed è un indicatore del metabolismo delle comunità animali e vegetali (fotosintesi e respirazione).

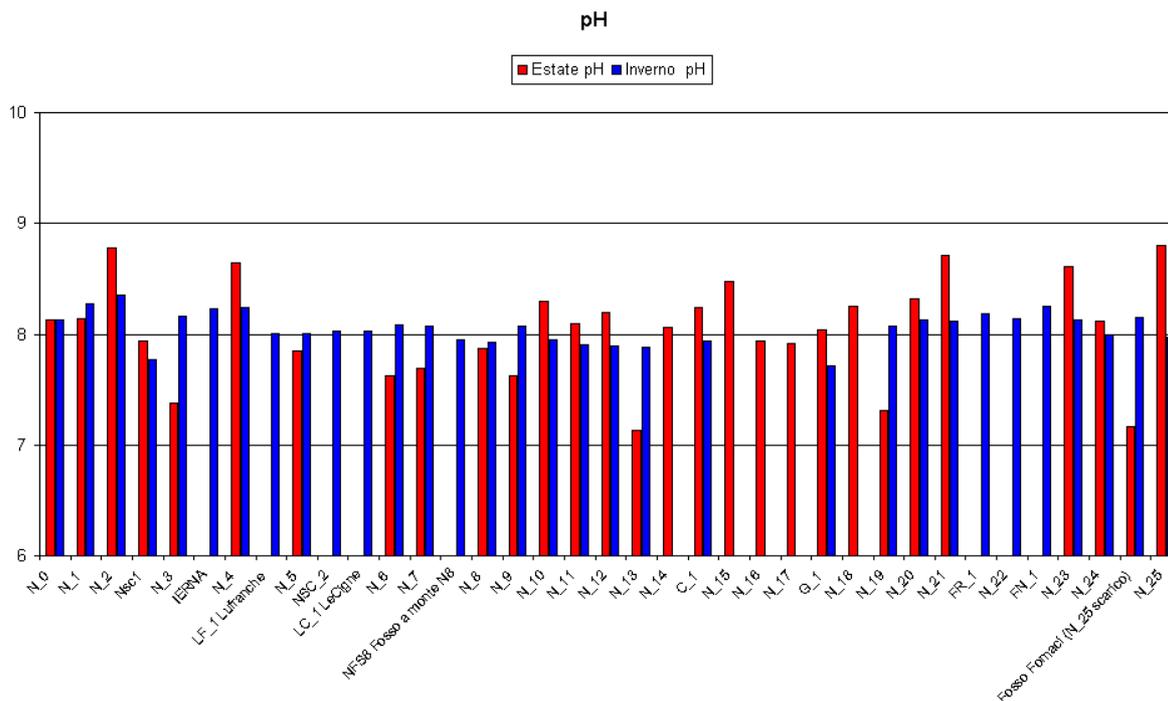


Fig. 3.2.1.4 - Valori di pH delle acque superficiali e degli scarichi. Per ogni stazione sono riportati i valori della campagna estiva (in rosso) e di quella invernale (in blu).

3.2.2 Analisi chimiche di acque e scarichi

Azoto ammoniacale, azoto nitroso, azoto nitrico, azoto totale

L'azoto ammoniacale è considerato indice di inquinamento recente di origine civile e zootecnica, in quanto deriva dalla degradazione di composti organici azotati. In corsi d'acqua ben ossigenati, l'azoto ammoniacale risulta assente o presente in basse concentrazioni poiché viene ossidato rapidamente ad azoto nitrico. Nel bacino del Nestore, le fonti principali di azoto ammoniacale sono gli scarichi fognari e zootecnici. L'ammoniaca è una sostanza debolmente tossica e i suoi effetti negativi per le specie ittiche dipendono dalla concentrazione della forma non ionizzata (NH_3), dal pH e dalla temperatura.

I nitrati (NO_3) si formano dalla completa ossidazione dell'azoto ammoniacale ad opera della flora batterica presente nelle acque attraverso un prodotto intermedio, instabile, costituito dai nitriti (NO_2). Ne consegue che la presenza di nitrati nelle acque è essenzialmente riconducibile a due principali fenomeni: da un lato, un inquinamento "diretto" da nitrati imputabile alle acque provenienti dal dilavamento dei terreni trattati con fertilizzanti oppure da scarichi industriali contenenti nitrati; dall'altro lato, i nitrati possono essere il prodotto dell'ossidazione di uno carico di azoto ammoniacale.

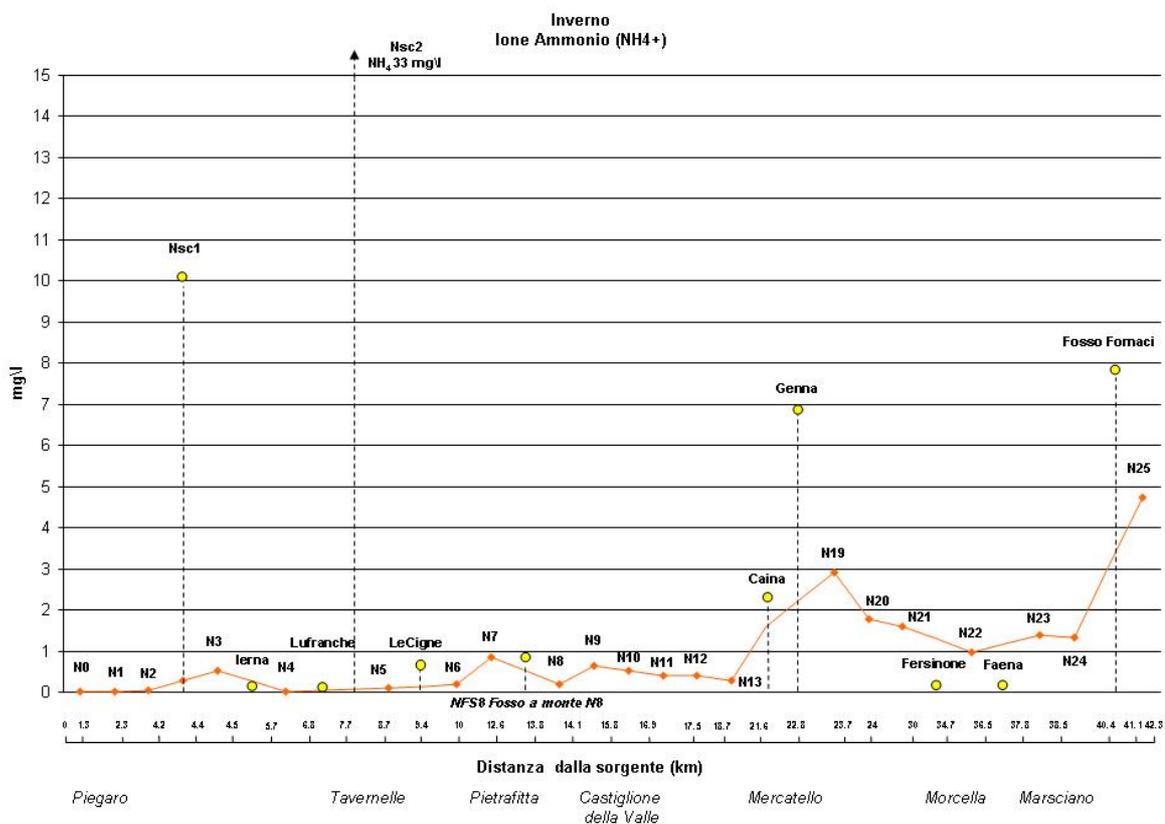
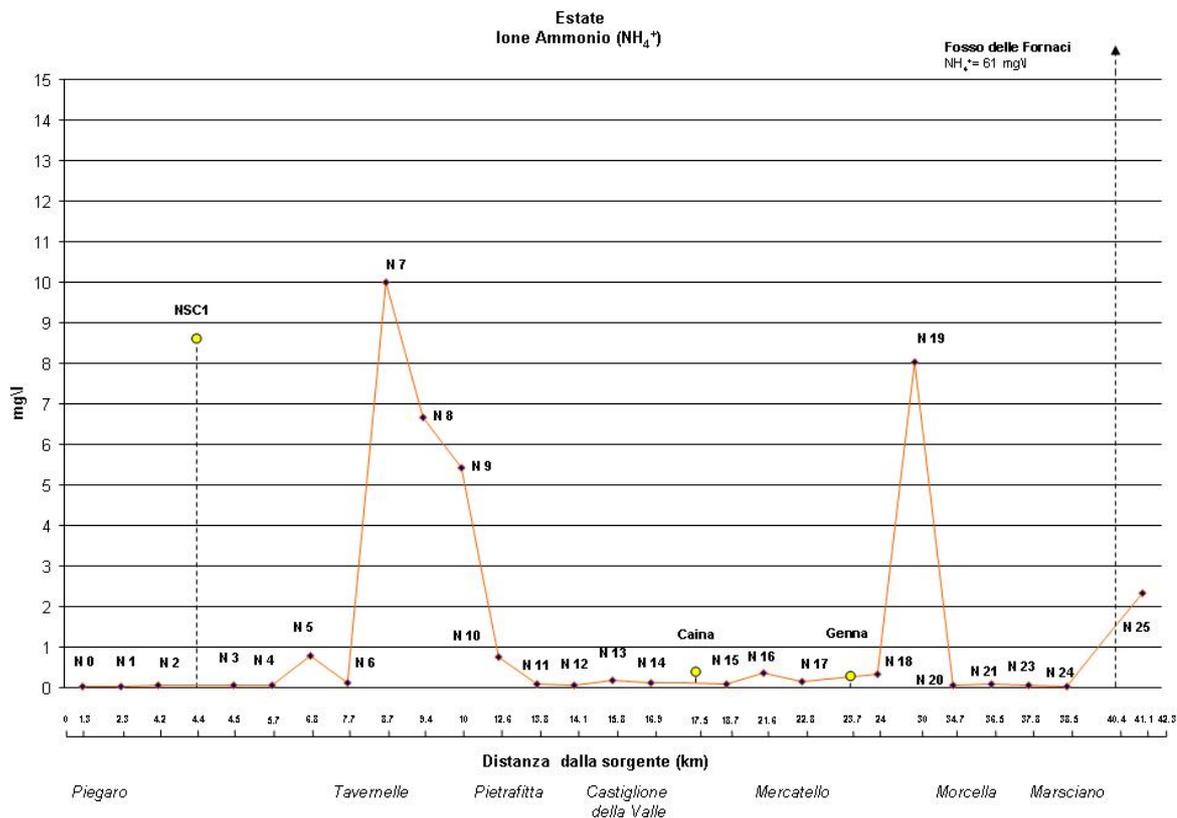


Fig. 3.2.2.1- Concentrazioni di ione ammonio riscontrate nel fiume Nestore, distinti in campagna invernale ed estiva. In giallo è indicato il contributo di scarichi ed affluenti.

In quest'ultimo caso non è possibile stabilire se si tratti di uno sversamento recente o di uno scarico situato distante dal punto di prelievo. Le figure successive mostrano correlazioni molto strette tra i valori di azoto ammoniacale, nitroso e nitrico in punti di prelievo contigui. In località Piegaro è stato individuato un piccolo fosso, situato a valle dell'impianto di depurazione, le cui acque recapitano direttamente nel fiume Nestore.



Fig. 3.2.2.2 – Scarichi denominati NSC1 in località Piegaro e NSC2 in località Macereto

Dai parametri chimico-fisici, si presume che il refluo provenga da uno scarico, che è stato denominato NSC1; durante i prelievi della campagna estiva il contenuto di ammoniaca riscontrato in tale refluo è superiore a 7 mg/l; nel punto di prelievo N3, localizzato immediatamente a valle da un allevamento suinicolo e distante circa 100 m dal punto di immissione del refluo nelle acque del fiume, la concentrazione di nitrati mostra un innalzamento repentino fino a raggiungere i 17 mg/l: tale concentrazione è da considerarsi molto elevata per la qualità delle acque superficiali.

Nel periodo invernale, la concentrazione di ione ammonio dello scarico NSC1 è di circa 10 mg/l mentre nel punto di prelievo N3 risulta prossima a 0.5 mg/l; tale valore dimostra l'effetto diluente dovuto alla portata del fiume in quel periodo.

Procedendo lungo il corso del fiume, nel punto N5, situato a valle dell'abitato di Macereto, la concentrazione di ammoniaca, nel periodo estivo, è circa 1 mg/l; durante la campagna invernale, a seguito dei fenomeni alluvionali che hanno interessato tutto il tratto del fiume Nestore, è stato possibile individuare uno scarico proveniente dall'abitato di Macereto (fig. 3.2.2.2). L'erosione delle sponde ha determinato un'apertura nella fitta vegetazione ed ha reso accessibile tale scarico, denominato NSC2. Al momento del prelievo il carico di ammonio era di 33 mg/l. Lo scarico denominato NSC2, pertanto, è rappresentato solo nel grafico relativo alla campagna invernale.

Nel tratto del fiume compreso tra il depuratore di Tavernelle e la centrale idroelettrica di Pietrafitta, si riscontrano concentrazioni di ammoniaca elevatissime nel periodo estivo. Nel punto

N7, immediatamente a valle del depuratore di Tavernelle, la concentrazione di ione ammonio raggiunge i 10 mg\l: tale situazione è probabilmente imputabile allo scarico del depuratore che non riesce ad abbattere l'ammoniaca della rete fognaria. Nel punto N8, situato circa 2 km più a valle, la concentrazione di ammoniaca resta superiore ai 5 mg\l: il punto di prelievo è localizzato a valle del fosso Riocco, in secca al momento del prelievo, e a valle di un piccolo fosso al quale afferiscono collettori della rete fognaria proveniente dall'abitato di Oro. Valori al di sopra di 4 mg\l caratterizzano anche il punto N9 a monte della centrale di Pietrafitta. Nel periodo invernale, la situazione in questa porzione di territorio resta comunque critica nonostante l'incremento notevole della portata del fiume, come dimostrato dalle concentrazioni di ammoniaca che rimangono poco sotto il milligrammo per litro.

Nel punto N19, situato in località Compignano (tratto centrale del fiume Nestore), si evidenzia una concentrazione anomala di ammoniaca, sia nel periodo estivo che in quello invernale. Il punto di prelievo è a valle del centro abitato e a valle di un piccolo fosso (fosso di S. Margherita). La provenienza del carico inquinante non è chiara e non sono stati individuati scarichi recapitanti in alveo; si ipotizza comunque la presenza di uno o più immissioni a monte del punto di prelievo poiché la concentrazione di ammoniaca in estate è superiore a 6 mg\l mentre in inverno è di circa 3 mg\l; tali valori fanno ipotizzare l'immissione in alveo di reflui non depurati. Nel punto di prelievo N20, situato a valle dell'abitato di Morcella, si riscontrano valori di ammoniaca di poco inferiori a 2 mg\l durante il prelievo invernale. Al momento del prelievo si è potuto constatare la presenza di schiume sulla superficie dell'acqua. Non è stato possibile individuare il punto di immissione di alcun refluo poiché le sponde del fiume, in quel tratto, erano impraticabili.



Fig. 3.2.2.3 - Presenza di schiume durante i prelievi della campagna invernale in località Morcella (N20).

Occorre sottolineare che gli elevati valori di ammoniaca ionizzata possono essere imputabili alle notevoli precipitazioni atmosferiche che hanno coinvolto tutto il sistema fognario delle zone limitrofe al Nestore, attivando gli scolmatori di piena e riversando in alveo quantità cospicue di reflui non trattati.

Nel tratto finale del fiume, a valle dell'abitato di Marsciano, il Fosso delle Fornaci recapita in alveo un refluo torbido di colore grigio-nerastro. Nel periodo invernale, il fosso riceve le acque meteoriche che diluiscono parzialmente l'elevato carico inquinante.



Fig. 3.2.2.4 - Fosso delle Fornaci in località Marsciano. In basso a destra: il sollevamento della rete fognaria recapita in alveo reflui non trattati

La concentrazione di ione ammonio (61 mg/l) riscontrata nel periodo estivo supera di ben 4 volte il limite per le immissioni in alveo degli scarichi, il quale fissa la soglia dei 15 mg/l (*D.Lgs. 152/06 - Allegato 5 - Parte terza - Tabella 3 - Valori limiti di emissione in acque superficiali e in fognatura*). In ogni caso, anche nel periodo invernale il fosso è caratterizzato da un refluo torbido con una concentrazione di ammoniaca prossima agli 8 mg/l . Il refluo, che attraversa anche l'area delle Fornaci Briziarelli, proviene da un impianto di sollevamento del depuratore di Marsciano; quest'ultimo, al momento della campagna, effettuava un *by-pass* delle acque reflue nel Fosso delle Fornaci poiché interessato da lavori di ristrutturazione.

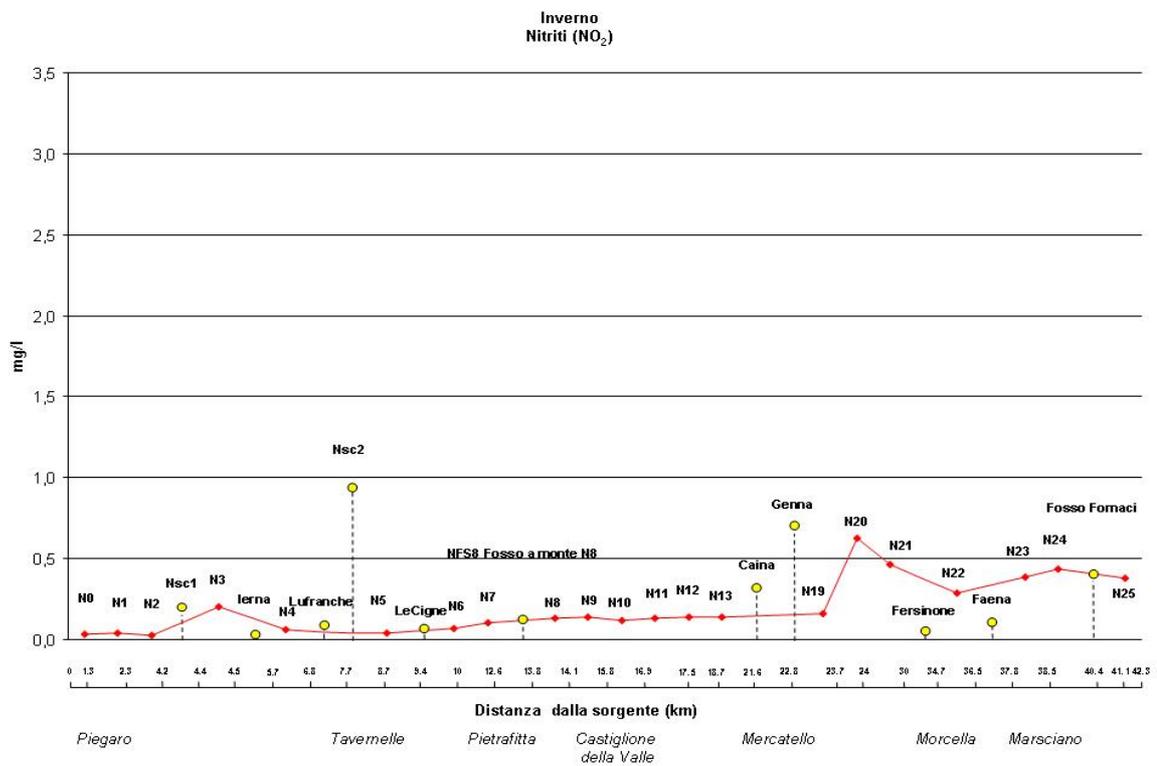
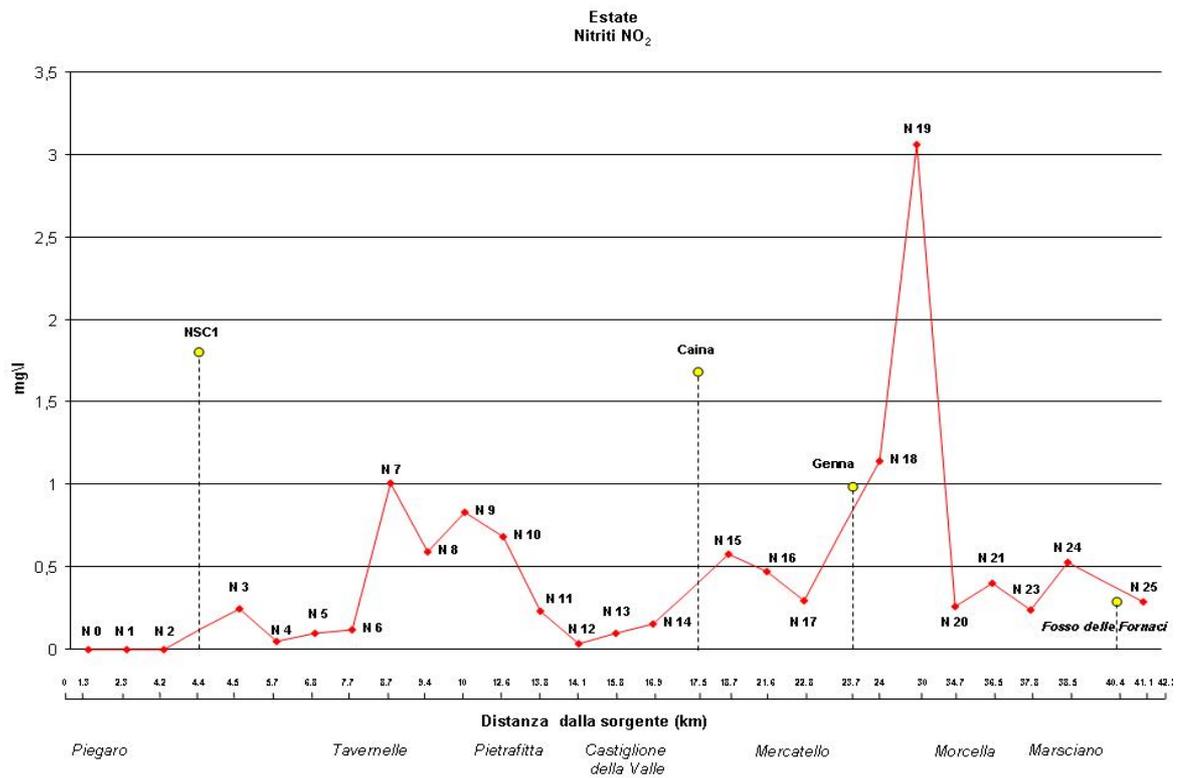


Fig. 3.2.2.5 - Concentrazioni dei nitriti (NO₂) nelle acque del fiume Nestore e dei relativi affluenti e scarichi (in giallo).

Il Nestore, a valle del Fosso delle Fornaci, dopo aver ricevuto lo scarico del depuratore di Marsciano, mostra in entrambe le campagne un considerevole peggioramento nella concentrazione di azoto ammoniacale.

La figura 3.2.2.5 illustra le concentrazioni dei nitriti lungo l'asta principale del fiume Nestore; i nitriti rappresentano lo stadio intermedio dell'ossidazione dell'ammoniaca in nitrati e, generalmente, testimoniano un processo di biodegradazione in atto.

Le concentrazioni maggiori di nitriti si sono evidenziate nei tratti di fiume in cui si riscontrano alti contenuti di ammoniaca (N3, N7, N19, N20 e N21), ma anche negli affluenti Genna e Caina, i quali subiscono pesanti apporti di scarichi zootecnici e reti fognarie. In entrambe le campagne, pur variando le concentrazioni a causa del regime idraulico del fiume, la presenza dei nitriti è riconducibile agli stessi punti. In particolare, l'apporto dello scarico in località Piegaro (NSC1), con la sua portata relativamente contenuta, sembra avere influenza negativa solo nel punto più a valle (N3) sul quale persiste anche un allevamento suinicolo. L'intera zona di Tavernelle, a valle del depuratore, presenta un incremento delle concentrazioni di nitriti fino a monte della centrale di Pietrafitta. Proseguendo lungo il corso del Nestore, è significativo l'apporto del Caina, nel quale i nitriti superano la concentrazione di 1 mg/l ed influenzando negativamente i successivi punti di prelievo. Anche il Genna apporta nitriti al Nestore. Tuttavia, il Nestore mostra in sé un inquinamento superiore all'apporto dovuto ai suoi tributari, come riscontrato nei punti posti a valle delle due confluenze (N18 - N19 della campagna estiva). In quest'area il Nestore sembra essere sottoposto direttamente ad una forte pressione antropica, come dimostrano i valori riscontrati nei punti N19, N20 e N21 prossimi rispettivamente agli abitati di Compignano e Morcella.

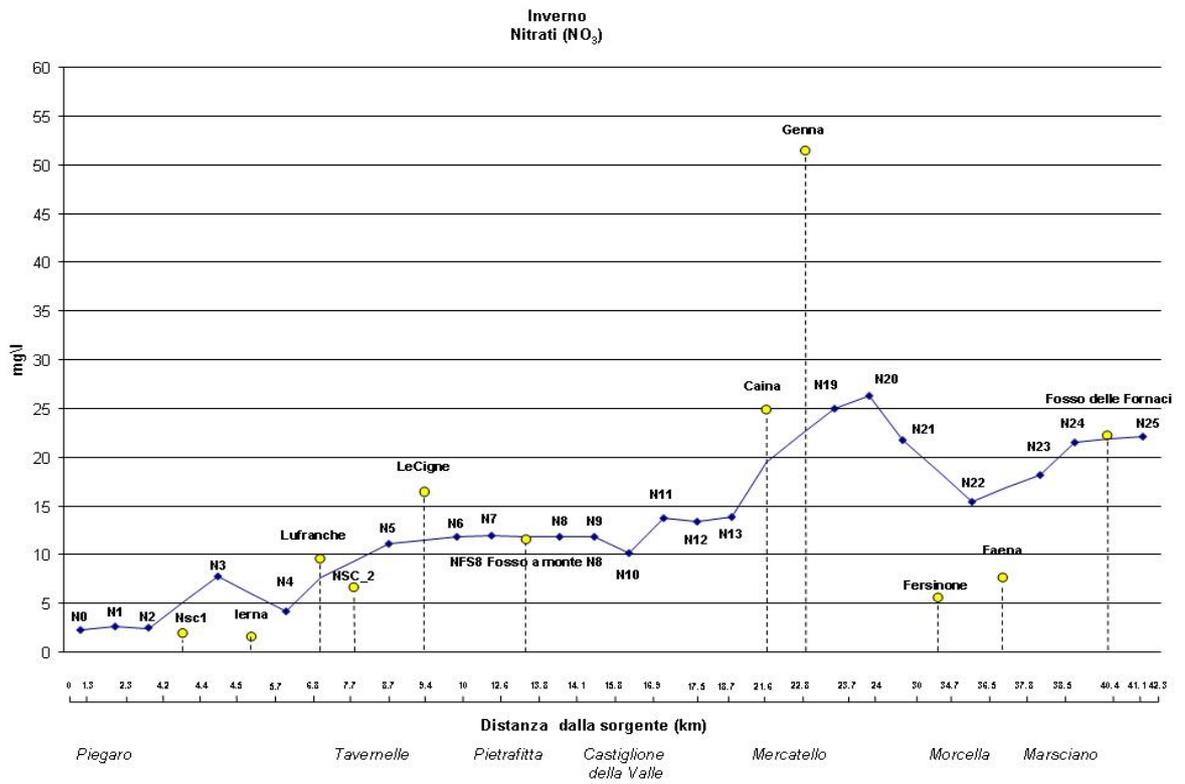
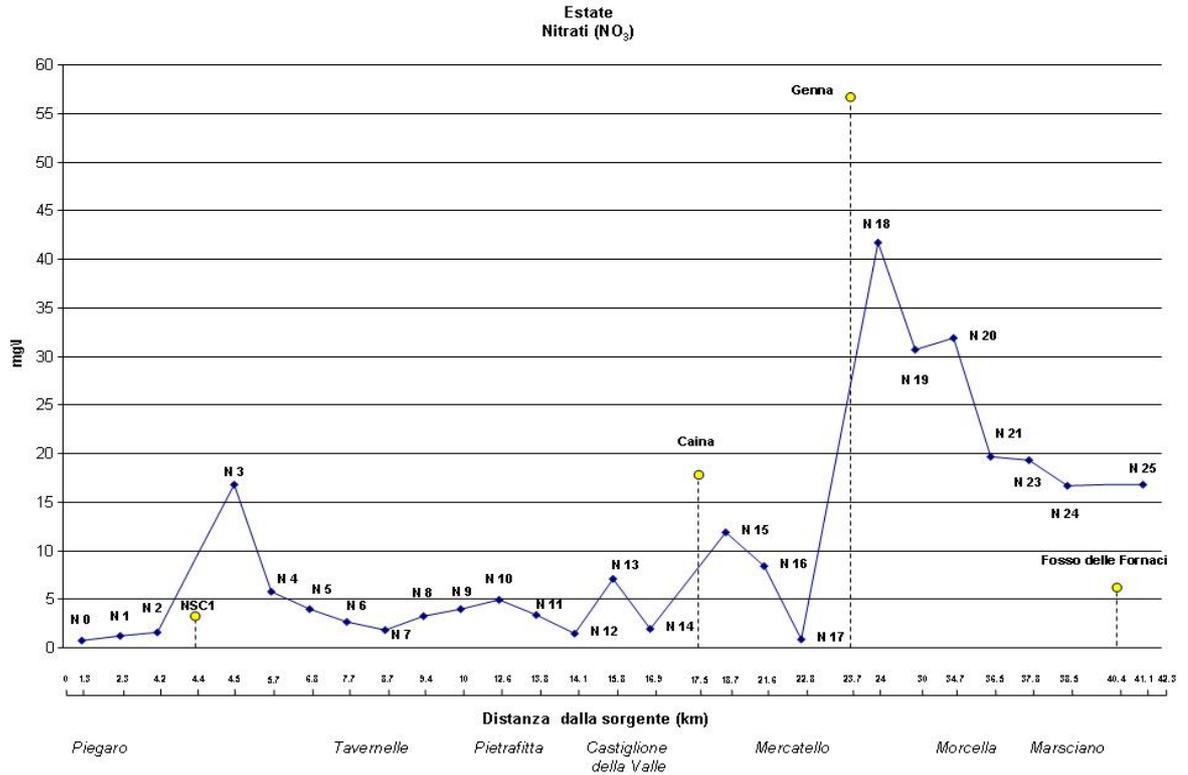


Fig. 3.2.2.6 - Concentrazione di nitrati nel fiume Nestore. In giallo sono evidenziati i contributi di scarichi e affluenti.

Per quanto riguarda i nitrati (fig. 3.2.2.6), nella campagna estiva, le zone particolarmente interessate sono localizzate a valle dei punti ove si sono riscontrati i carichi di ammoniaca maggiori, a valle dei torrenti Caina e Genna e in tutto il tratto finale del fiume Nestore.

Nel tratto iniziale, si riscontra una concentrazione elevata di nitrati nel punto N3 in località Piegaro. Come illustrato precedentemente, il punto di prelievo è situato a valle di un grande insediamento suinicolo; al momento del prelievo, in quel tratto, era attivo uno scarico di modesta portata di acque contenenti elevate concentrazioni di azoto ammoniacale.

Le acque del torrente Caina sembrano influenzare sensibilmente le concentrazioni di nitrati nel fiume Nestore: si confrontino i valori di nitrati riscontrati nei punti N14 e N15, situati rispettivamente a monte e a valle della confluenza con il torrente Caina. Quest'ultimo ha concentrazioni di nitrati prossime al limite di emissioni in acque superficiali per gli scarichi. La concentrazione di nitrati nel punto N14 è ben al di sotto delle medie annuali e tipica di acque di buona qualità; tale situazione si ripristina solo nel punto N17, circa 6 km più a valle.

La situazione relativa al Genna è ben più allarmante; le acque hanno concentrazione di nitrati pari a 57.1 mg/l, concentrazione tre volte superiore al limite fissato dalla normativa in merito all'emissione per gli scarichi in acque superficiali.

Osservando la figura 3.2.2.6 si nota che il fiume Nestore, a valle dell'immissione del Genna e in tutto il tratto finale, presenta una situazione preoccupante. In quest'area il territorio è caratterizzato da colture estese e da insediamenti di tipo industriale. Anche i due affluenti Caina e Genna attraversano porzioni di territorio caratterizzate da coltivazioni intensive, allevamenti zootecnici e impianti di depurazione, fornendo un forte contributo al degrado ambientale del fiume Nestore.

Nella campagna invernale, pur variando notevolmente il regime idraulico e di conseguenza l'effetto diluente delle acque, le zone interessate da inquinamento da nitrati sono le stesse della campagna estiva. Gli affluenti Caina e Genna mantengono concentrazioni elevatissime di nitrati, dimostrando che il maggior apporto di acqua non è in grado di diluirne il carico, ma ne aumenta la quantità dispersa nell'ambiente. Gli affluenti secondari del Nestore che in estate si trovano in secca, nel periodo invernale sono caratterizzati da portate significative. Il contenuto di nitrati è particolarmente alto per il Lufranche e Le Cigne che si trovano a monte dell'abitato di Tavernelle. I dati relativi alla campagna invernale mostrano chiaramente che il carico di nitrati è diffuso in tutta la porzione centrale e finale del bacino del Nestore; un notevole apporto potrebbe essere determinato dal dilavamento dei terreni agricoli presenti nel territorio (*run-off*).

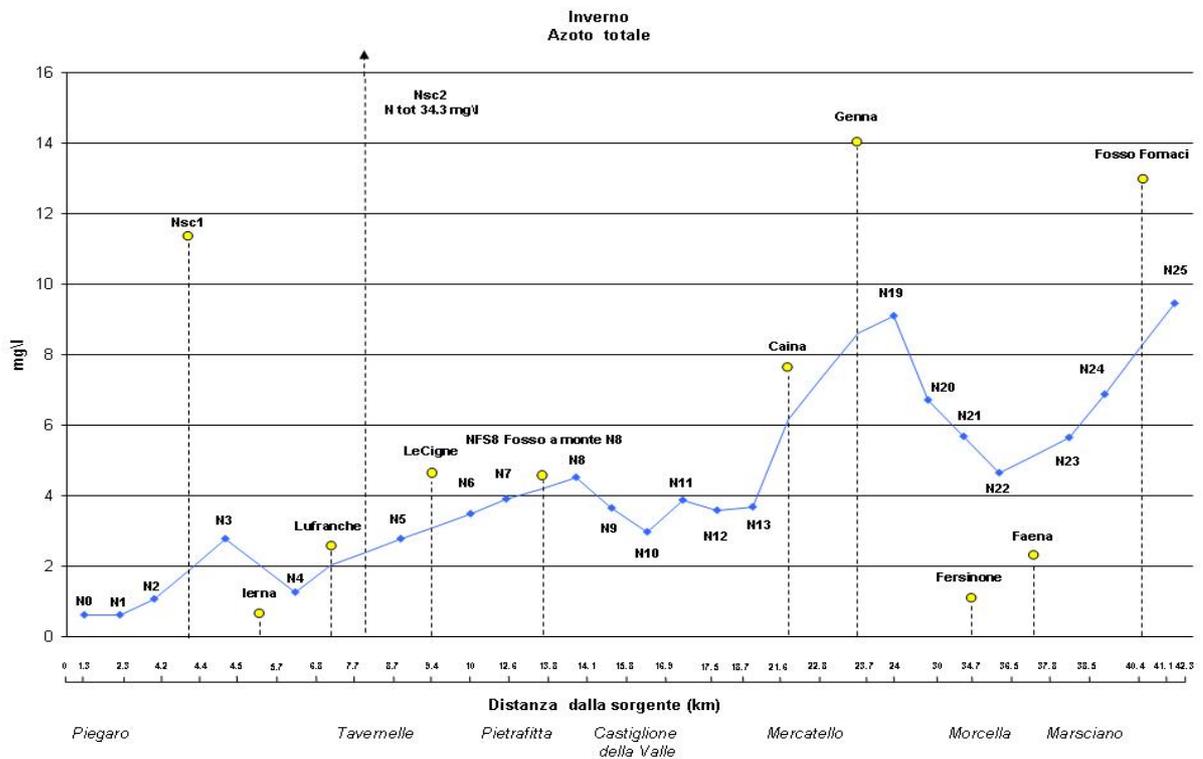
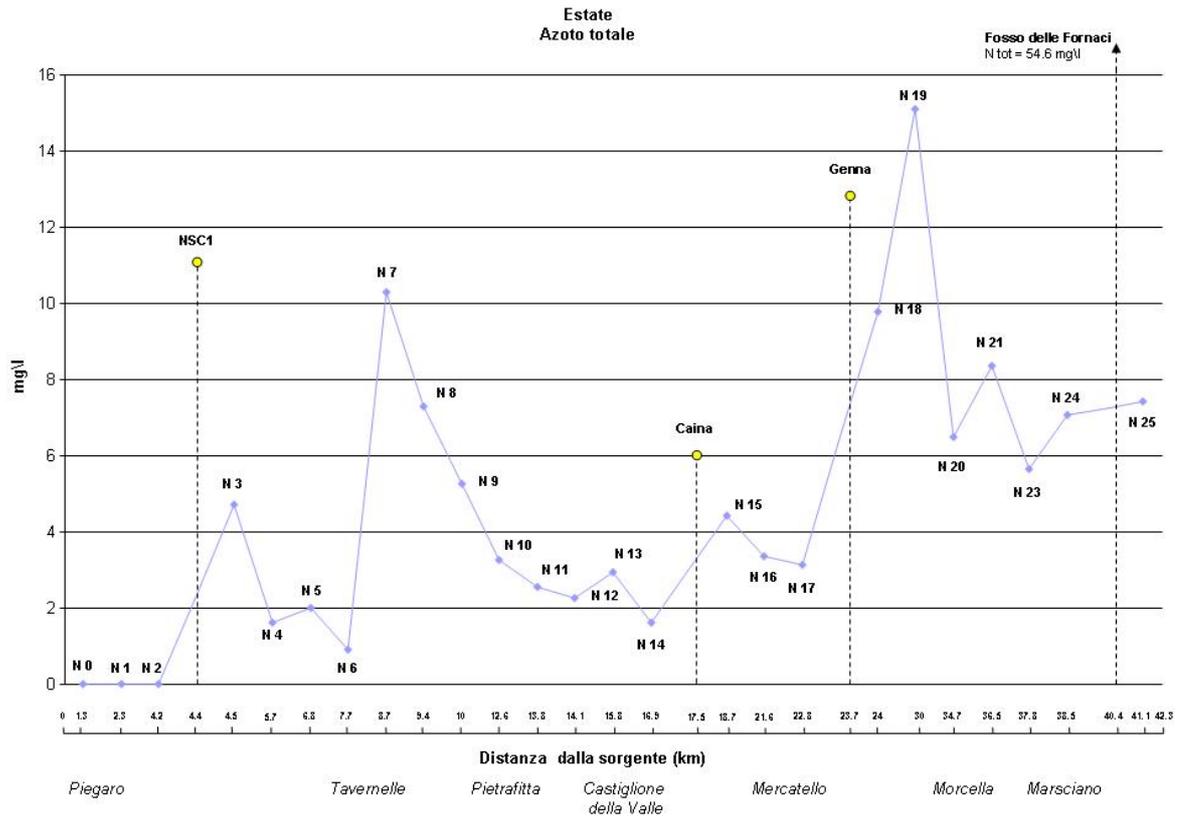


Fig. 3.2.2.7 - Concentrazioni di azoto totale riscontrate nel fiume Nestore. In giallo sono evidenziati i contributi di scarichi e affluenti.

Osservando la figura 3.2.3.7, si nota chiaramente che le concentrazioni di azoto totale nelle acque del nestore presentano un andamento crescente procedendo da monte verso valle, con picchi massimi localizzati a valle degli scarichi, dei centri abitati di Tavernelle, Castiglione della Valle e degli affluenti Caina e Genna; in questi torrenti, l'aumento significativo di portata rilevato nel periodo invernale non è associato ad una diminuzione delle concentrazioni di azoto totale.

Fosforo

La presenza di fosfati è dovuta agli scarichi urbani (prodotto del metabolismo umano e come costituente dei detersivi), al dilavamento dei terreni agricoli fertilizzati e ai reflui di natura zootecnica.

Il fosforo è presente sia in nella forma ionizzata (fosfato, PO_4^-), direttamente utilizzabile dagli organismi vegetali, sia in forme non assimilabili ed associate ai sedimenti (es. l'anidride solforosa P_2O_5).

Le figure 3.2.2.8 e 3.2.2.10 mostrano chiaramente che le zone sottoposte a carico di fosfati e fosforo totale sono le stesse ad essere interessate dal carico di nitrati ed ammoniaca, suggerendo un'origine comune.

In dettaglio, lo scarico NSC1 contribuisce negativamente sul carico di nutrienti del fiume Nestore; anche se non è possibile determinare il flusso e la portata dello scarico, si può asserire che nel tratto iniziale, in corrispondenza dei punti di prelievo NSC1 e N3, il fiume Nestore è interessato da concentrazioni di fosfati e fosforo totale derivanti dal pressioni antropiche. Nei punti di prelievo situati a valle del depuratore di Tavernelle (N7, N8, N9), i valori di fosforo totale sono piuttosto elevati. In seguito, il contributo fornito dagli affluenti Caina e Genna in termini di fosforo e azoto è notevole, elevando sensibilmente le concentrazioni riscontrate nelle acque del Nestore a valle delle confluenze.

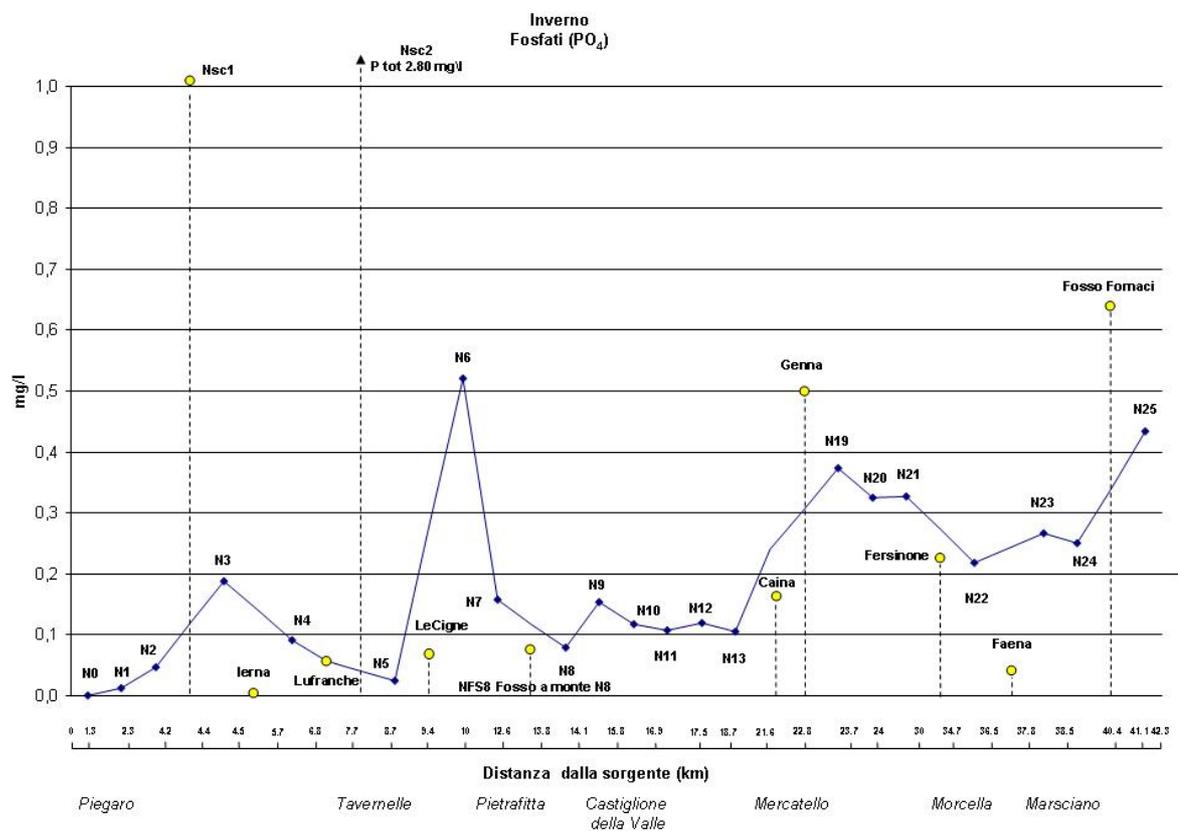
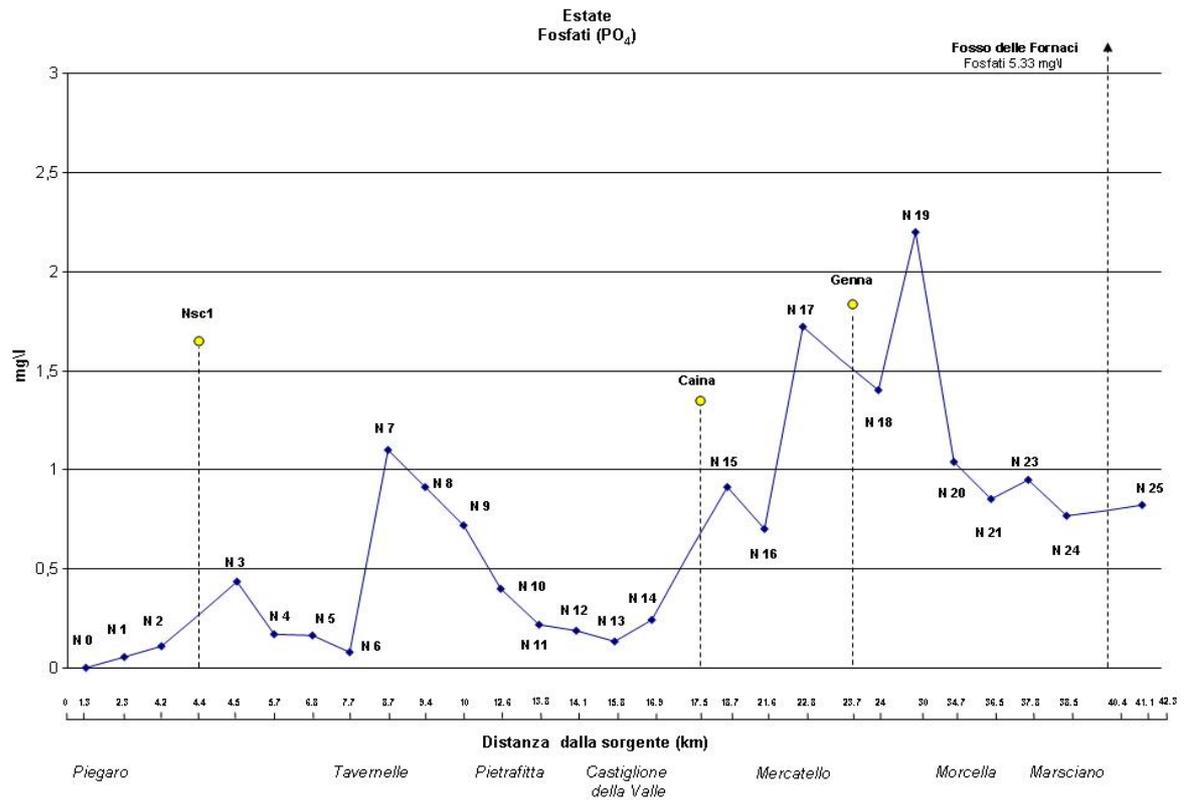


Fig. 3.2.2.8 - Concentrazioni di fosfati riscontrate nel fiume Nestore. In giallo sono evidenziati i contributi di scarichi e affluenti.

Nel Fosso delle Fornaci, la concentrazione di fosforo totale è assimilabile a quella di un refluo urbano non trattato e l'impatto sulle acque del Nestore è particolarmente negativo, considerando che il fiume, in quel tratto, ha una portata ed un flusso considerevoli. Le acque reflue urbane possono contenere da 5 a 20 mg/l di fosforo totale, di cui un quarto è di origine organica ed il resto è inorganico, in quanto il fosforo è uno dei maggiori costituenti dei detersivi sintetici. In questo punto del fiume è stato riscontrato il rilascio di acque reflue non trattate, destinate al depuratore di Marsciano, direttamente nel Fosso delle Fornaci.



Fig. 3.2.2.9 - Scarico di by-pass della rete fognaria di Marsciano nel fosso delle Fornaci

Per quanto riguarda il fosforo totale (fig. 3.2.2.10), le acque del Nestore subiscono un impatto inquinante in prossimità dell'abitato di Tavernelle e in tutta la porzione compresa tra la confluenza con il Caina e l'immissione nel Tevere.

Occorre sottolineare che la presenza contemporanea di fosforo e azoto in concentrazioni eccessive porta al superamento della naturale capacità autodepurativa del fiume e innesca il processo di eutrofizzazione; tale fenomeno si sviluppa prevalentemente nel periodo estivo, quando la crescita algale è sostenuta, oltre che dai nutrienti, dalle condizioni climatiche favorevoli.

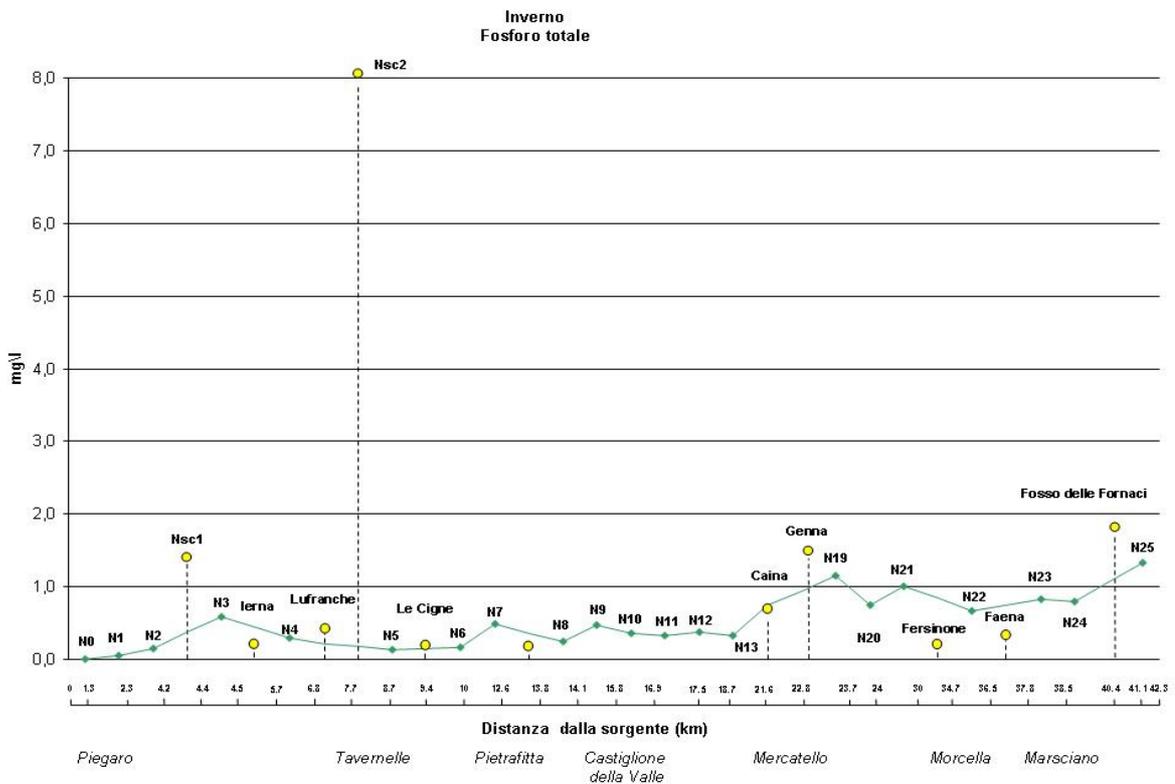
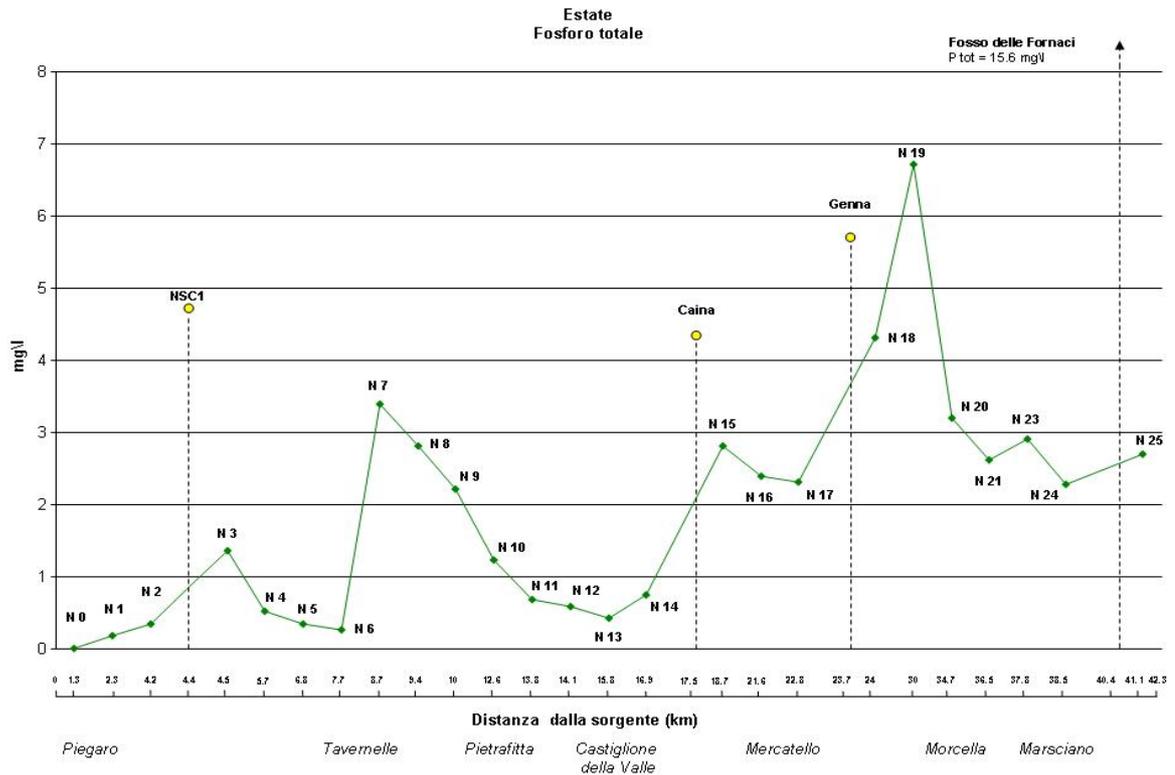


Fig. 3.2.2.10 - Concentrazioni di fosforo totale riscontrate nel fiume Nestore. In giallo sono evidenziati i contributi di scarichi e affluenti.

Tensioattivi

I tensioattivi rappresentano una classe eterogenea di sostanze che costituisce i comuni detergenti; sono molecole con una porzione idrofoba ed una idrofila e per questo agiscono diminuendo la tensione superficiale dell'acqua. La tossicità diretta dei tensioattivi nei confronti della fauna ittica è piuttosto modesta; tuttavia, questi prodotti esercitano azioni collaterali negative sull'ambiente acquatico. In particolare, i tensioattivi tendono a formare un film sulla superficie dell'acqua che, anche in assenza di schiuma, può ridurre notevolmente l'ossigenazione del corpo idrico anche a concentrazioni piuttosto contenute; indicativamente, possono essere considerati tossici per il sistema acquatico in concentrazioni di 2-3 mg/l, per i tensioattivi non ionici, e 3-12 mg/l per quelli anionici.

In commercio, infatti, esistono diversi tipi di tensioattivi: anionici, cationici, non ionici e anfoteri. I tensioattivi anionici sono sali di acidi carbossilici (costituiti da lunga catena di atomi di carbonio con un gruppo carbossilato o solforato terminali) i quali vengono utilizzati nella formulazione dei comuni saponi. I tensioattivi non ionici, invece, sono alcoli a lunga catena, derivati poliossietilenici degli acidi grassi. Sono forti sgrassanti e meno schiumogeni dei tensioattivi anionici e, a differenza degli altri tensioattivi, non si ionizzano in acqua.

Nei formulati per detersivi si utilizzano miscele di vari tipi di tensioattivi, la cui combinazione migliora le proprietà detergenti, diminuendo le proprietà schiumogene. In commercio si trovano spesso miscele composte da scaglie di sapone, tensioattivi anionici e tensioattivi non ionici ed è su queste due classi di composti che si sono concentrate le analisi in questo studio.

Tensioattivi anionici

In figura 3.2.2.11 sono illustrati i valori di concentrazione dei tensioattivi anionici rilevati lungo l'asta principale del Nestore, degli affluenti e degli scarichi recapitanti in alveo. Durante la campagna estiva, nel tratto iniziale, sono state riscontrate concentrazioni prossime a 1 mg/l presso lo scarico NSC1, che in inverno aumenta fino a 1.4 mg/l.

La presenza di tensioattivi si riscontra in prossimità del depuratore di Tavernelle (punti N7 e N8) anche se in concentrazioni non elevate. Valori prossimi a quelli dello scarico NSC1 si rilevano nei punti N10 e N11, situati rispettivamente a monte e a valle del torrente Cestola, presso l'invaso di Pietrafitta: ciò fa presumere la presenza di scarichi o immissioni a monte dei punti di prelievo.

Un modesto incremento nella concentrazione di tensioattivi anionici si riscontra in località Mercatello (N16 e N17) e a valle del torrente Genna.

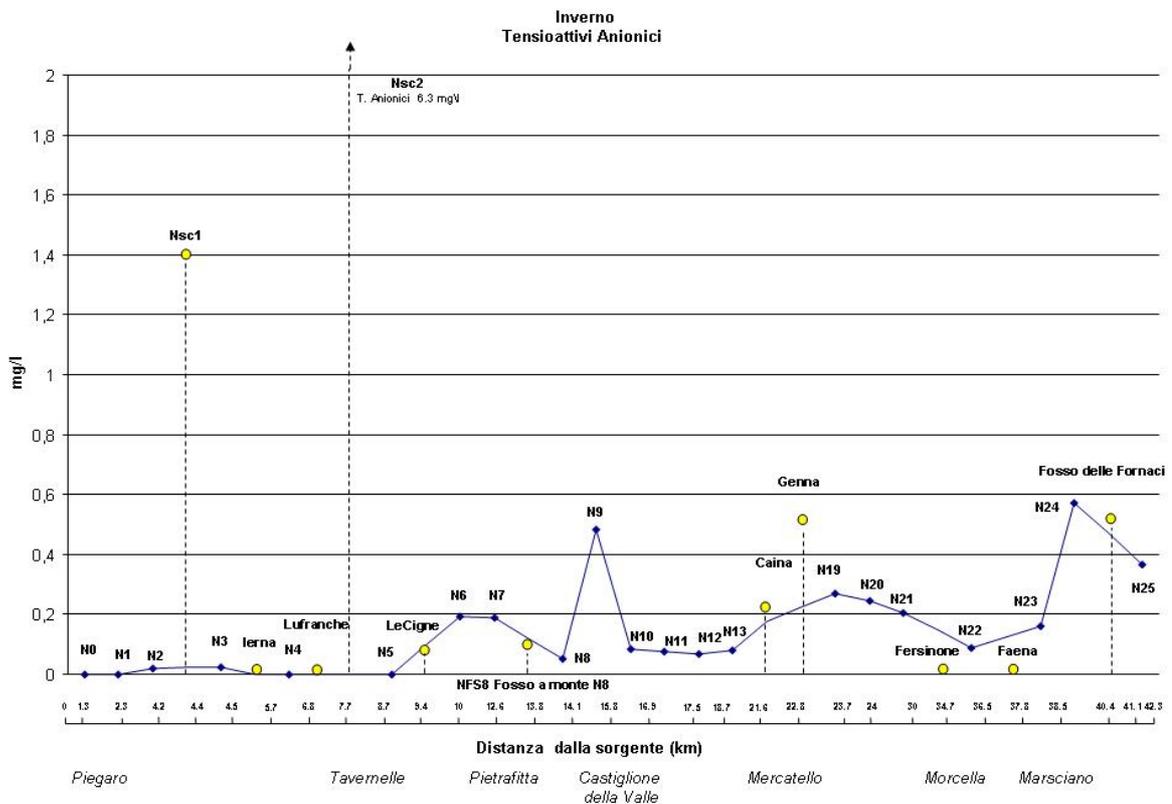
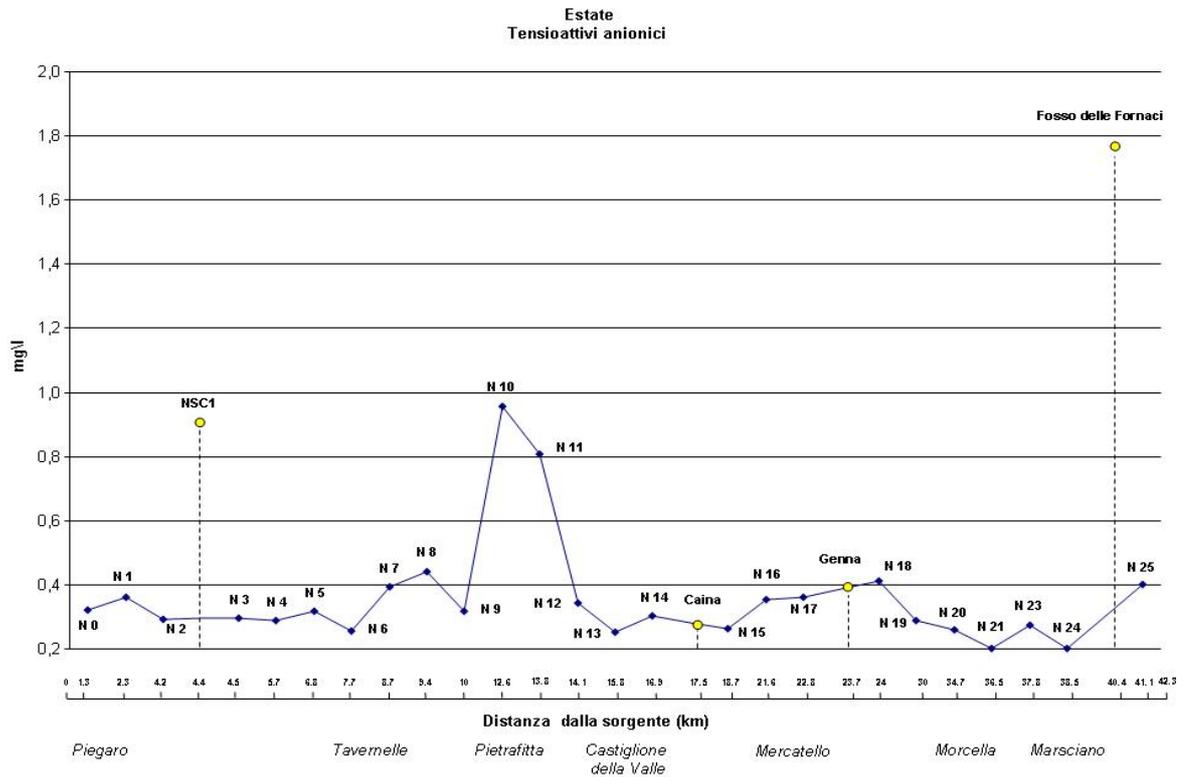


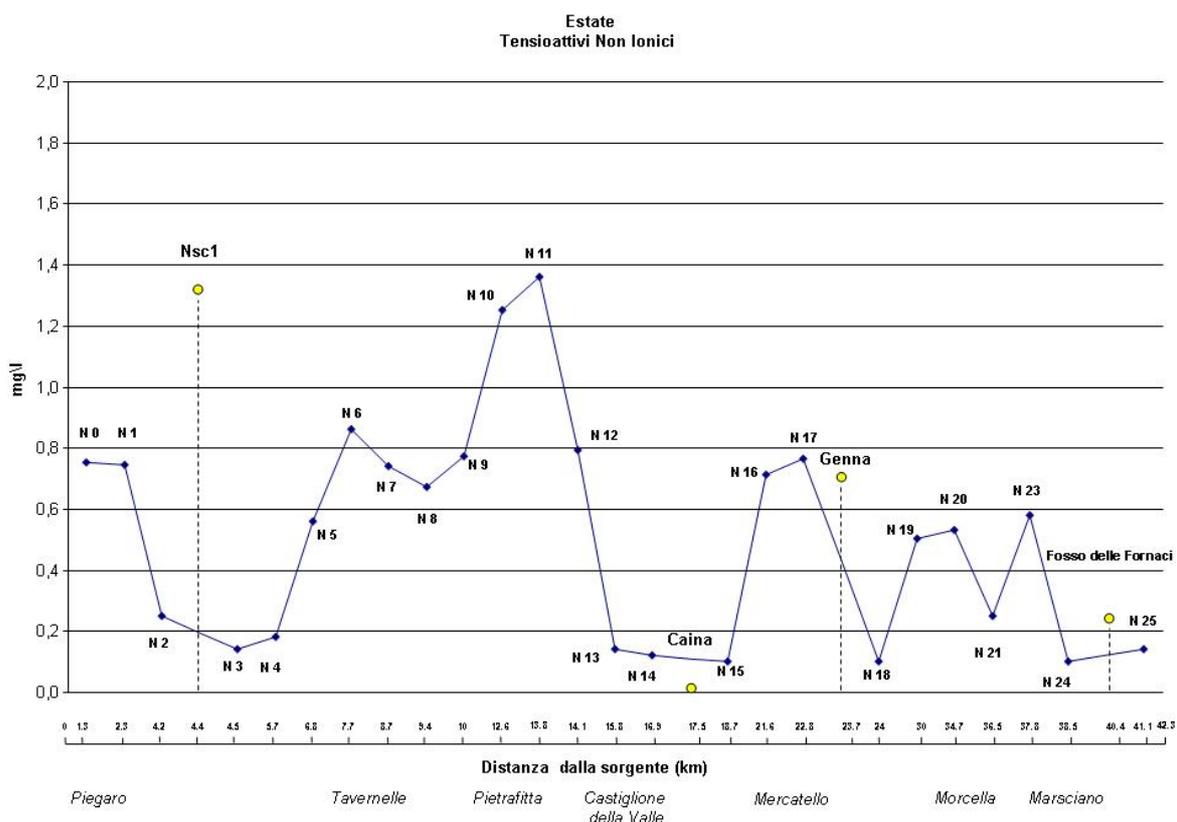
Fig. 3.2.2.11 - Concentrazioni di tensioattivi anionici riscontrate nel fiume Nestore. In giallo sono evidenziati i contributi di scarichi e affluenti.

Nel tratto finale del fiume Nestore, il Fosso delle Fornaci, nel quale confluivano le acque reflue non trattate destinate al depuratore di Marsciano, fa pervenire in alveo una concentrazione di tensioattivi anionici prossima ai 2 mg/l, con ripercussioni sulle acque del fiume (punto N25).

Nel periodo invernale, in seguito agli eventi alluvionali che hanno eroso le sponde e la persistente vegetazione, è stato individuato uno scarico denominato NSC2 recapitante in alveo un refluo maleodorante caratterizzato da una concentrazione di 6.2 mg/l di tensioattivi anionici. Nonostante l'incremento di portata dovuto alle piogge invernali, il carico inquinante relativo ai tensioattivi è persistente, soprattutto in prossimità dei centri urbani e dopo le immissioni di Caina e Genna.

Tensioattivi non ionici

Osservando la figura 3.2.2.12 si può notare che i punti di maggior concentrazione di tensioattivi non ionici coincidono con quelli riscontrati per i tensioattivi anionici. Occorre sottolineare il valore molto elevato rilevato presso il Fosso delle Fornaci dove, nella campagna invernale, è stata riscontrata una concentrazione di 6,14 mg/l.



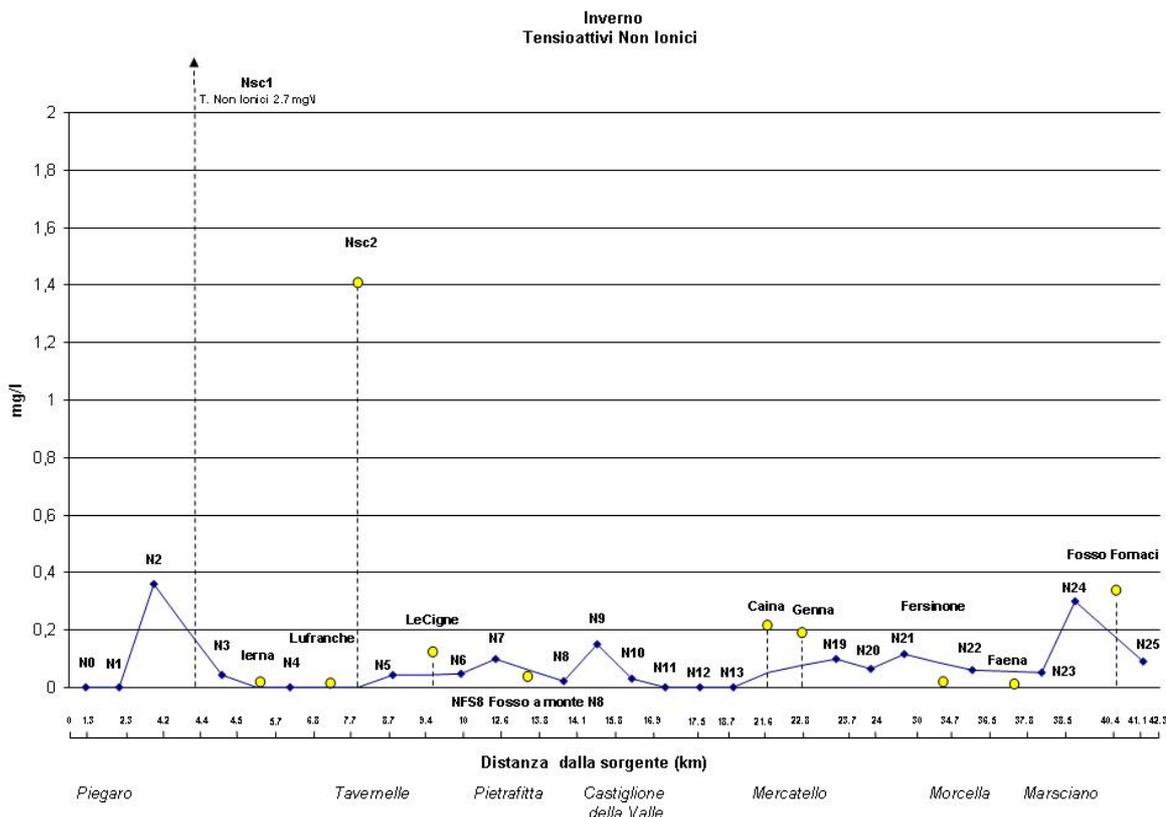


Fig. 3.2.2.12 - Concentrazioni di tensioattivi non ionici riscontrate nel fiume Nestore. In giallo sono evidenziati i contributi di scarichi e affluenti.

COD

Il COD (richiesta chimica di ossigeno) è un parametro che permette di valutare il grado di inquinamento di tipo organico presente nelle acque. Le attività antropiche costituiscono la fonte principale delle sostanze organiche che, attraverso gli scarichi urbani, industriali, e zootecnici, possono essere rilasciate nei corpi idrici. La presenza elevata di sostanza organica di origine animale e/o vegetale può ridurre il contenuto di ossigeno disciolto nelle acque, compromettendo la vita degli organismi acquatici.

Nonostante la normativa sulle acque superficiali non fissi un limite di concentrazione vero e proprio per il COD, si può affermare che valori superiori ai 15 mg/l siano da considerarsi impattanti per l'ecosistema fluviale (cfr. Dlgs.152\99 Allegato 1, cap.3 - tab 7).

Dal 2003 ad oggi, la media annuale di concentrazione del COD nelle acque del fiume Nestore è stata sempre molto elevata (cfr. Annuario dei dati ambientali dell'umbria 2008) e ha raggiunto negli anni 2003 e 2007 valori prossimi a 30 mg/l.

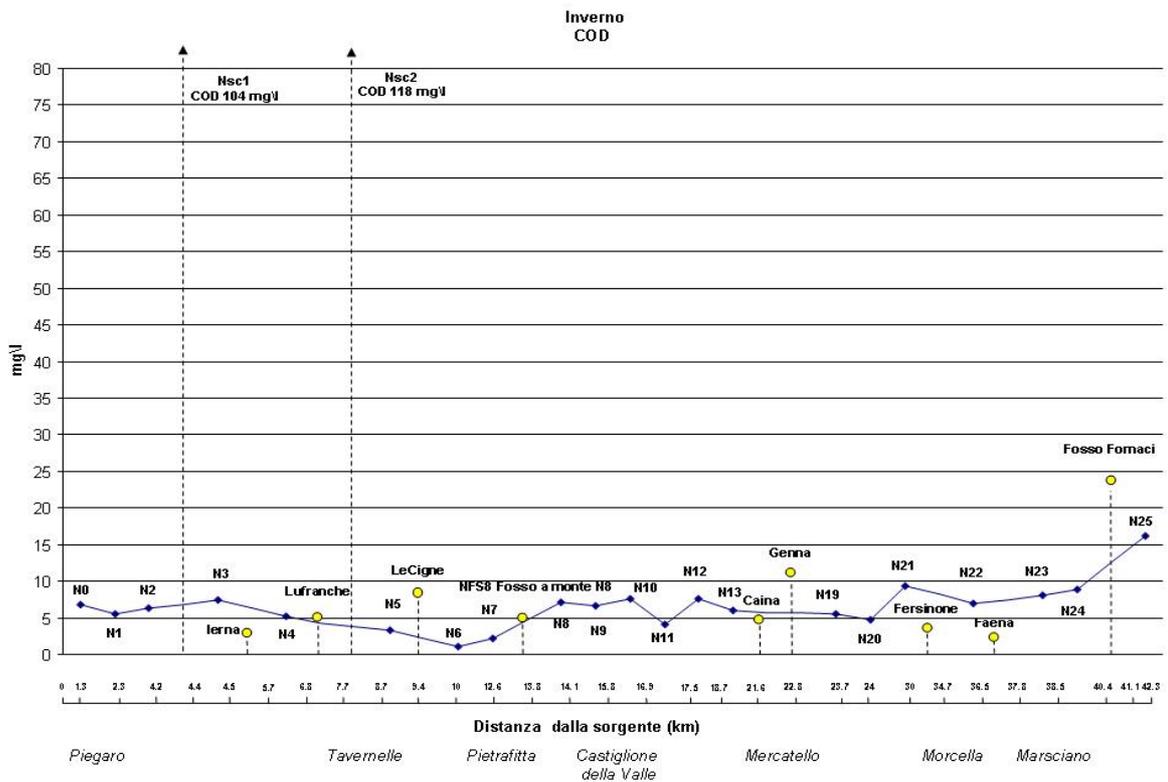
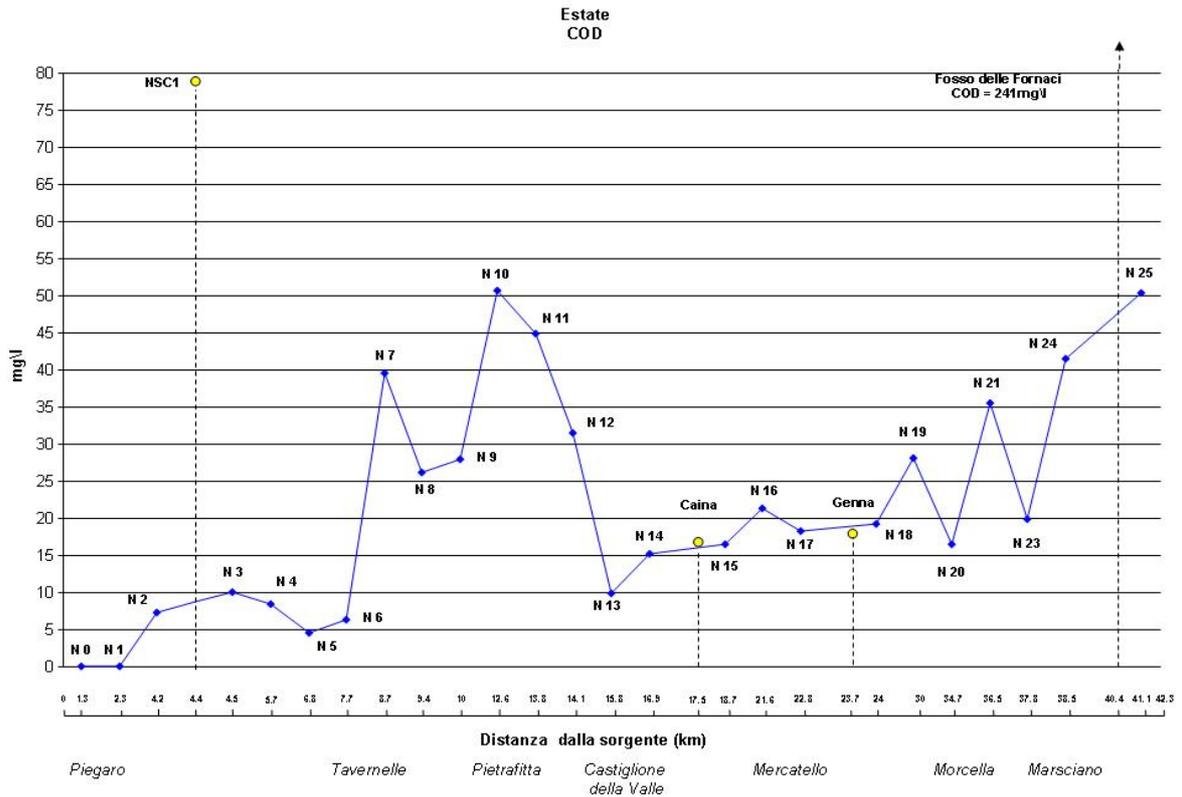


Fig. 3.2.2.13 - Concentrazioni di COD riscontrate nel fiume Nestore. In giallo sono evidenziati i contributi di scarichi e affluenti.

Nella campagna estiva, presso lo scarico denominato NSC1, si riscontra un valore di 77 mg/l, compatibile con quello di un refluo non trattato (fig. 3.2.2.13); in inverno si superano i 100 mg/l, con un flusso decisamente superiore a quello riscontrato in estate.

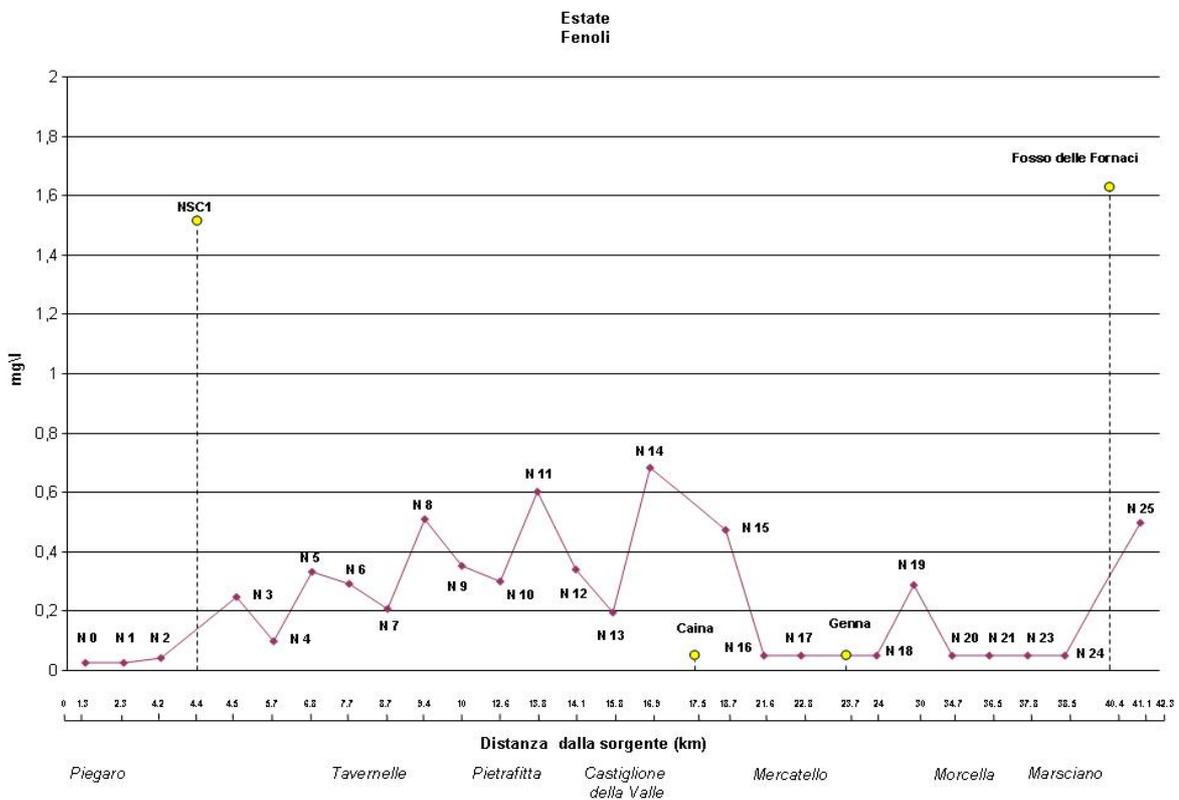
Le maggiori criticità si riscontrano a valle del depuratore di Tavernelle, nei punti a monte e a valle del Cestola (N10 e N11 in località Pietrafitta) e diffusamente in tutto il tratto finale del fiume. In località Marsciano, il Fosso delle Fornaci apporta un carico di COD elevatissimo (241 mg/l), generando un incremento di circa 10 mg/l nel corso principale del Nestore.

Fenoli

La presenza di composti fenolici nelle acque superficiali può derivare da attività industriali, agricole e disinfezione con cloro di acque potabili e di scarico. Oltre ad essere presenti in scarichi industriali, i composti fenolici, soprattutto cloro e nitro fenoli, sono i principali prodotti di degradazione degli erbicidi (fenossiacidi clorurati e organofosforati).

I fenoli possono avere anche un'origine naturale, data dalla biodegradazione della lignina e degli acidi umici.

La figura 3.2.2.14 illustra le concentrazioni di fenoli rilevate nel fiume Nestore; si può chiaramente notare che, nel periodo estivo, lo scarico denominato NSC1 e il Fosso delle Fornaci hanno valori di poco superiori a 1,5 mg/l.



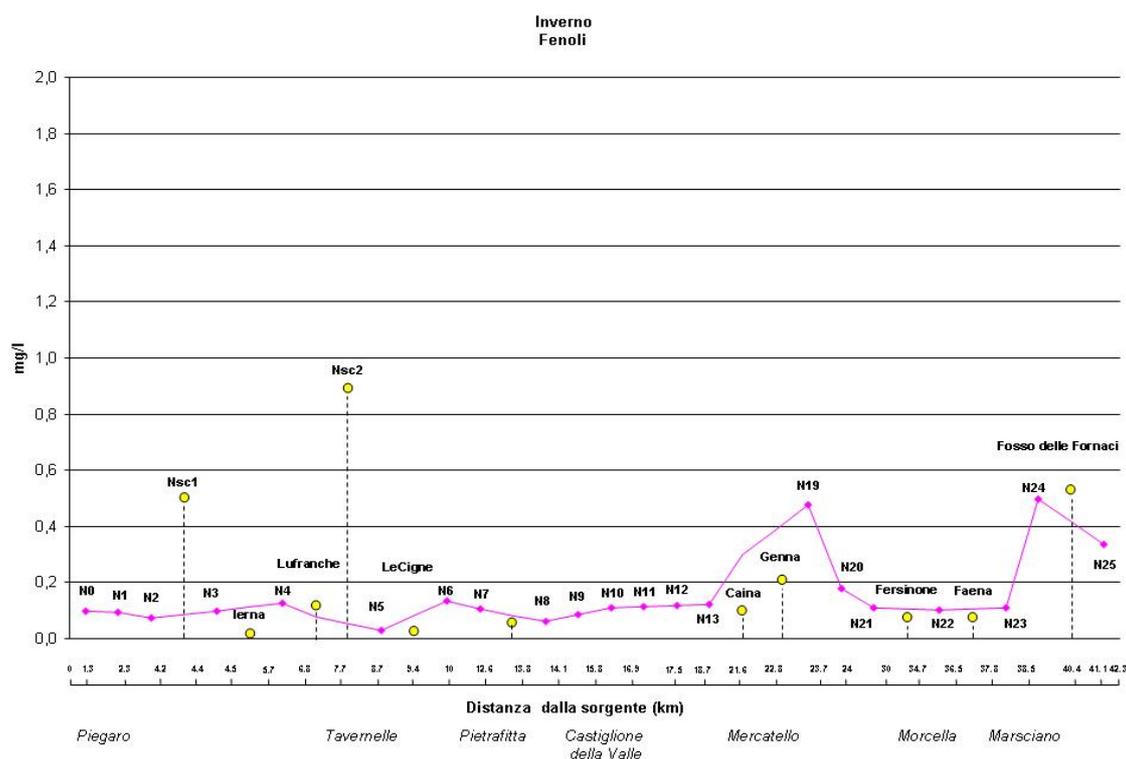


Fig. 3.2.2.14 - Concentrazioni di fenoli riscontrate nel fiume Nestore. In giallo sono evidenziati i contributi di scarichi e affluenti.

3.2.3 Analisi microbiologiche

I metodi microbiologici hanno lo scopo di evidenziare la presenza e la densità di microrganismi indicatori nelle acque superficiali. In questo studio è stato utilizzato il batterio Gram negativo *Escherichia coli* come indicatore di inquinamento di origine fecale, dovuto al rilascio in alveo di scarichi e reflui. Attualmente, la presenza di *Escherichia coli* rientra nei parametri per la classificazione della qualità delle acque di balneazione (Dlgs.30 maggio 2008, n.116), nelle acque superficiali destinate alla produzione di acqua potabile e nei limiti per le immissioni in acque superficiali ed in fognatura (Tab.3 152\06 in cui, per altro, resta ambiguo il limite da rispettare). A titolo di riferimento si possono confrontare i valori ottenuti (espressi in unità formanti colonia in 100ml - ufc\100ml) con i valori utilizzati nel D.Lgs. 152\99 per la valutazione del livello di inquinamento dei macrodescrittori (LIM).

L'apporto di tali organismi è legato essenzialmente allo sversamento di reflui o liquami e la loro concentrazione è in rapporto al quantitativo immesso, all'eventuale trattamento subito dai reflui, alla capacità autodepurativa e alla dispersione del corpo idrico. La velocità del processo di

autodepurazione, che consente alle acque naturali di ridurre la carica batterica, dipende essenzialmente dal tempo, dalle caratteristiche delle acque e dalla resistenza dei microrganismi. La scomparsa microbica nelle acque dolci dipende soprattutto dalla velocità di flusso che influisce sulla sedimentazione, sull'ossigenazione e di conseguenza sulle condizioni biologiche del corpo idrico. Si verifica quindi che nei tratti poco profondi e vorticosi si hanno maggiori probabilità di autodepurazione rispetto a tratti caratterizzati da flusso lento poiché per i primi la possibilità di riossigenarsi è maggiore.

In figura 3.2.3.1 sono riportati i valori di *Escherichia coli* rilevati nelle due campagne, estiva ed invernale. Nel punto di prelievo N5, in località Macereto, la contaminazione da *Escherichia coli* supera, in estate, i 5,5 mln ufc\100 ml. Il dato è decisamente rilevante se si considera che un valore di 20000 ufc\100ml è indice di una qualità delle acque pessima. Nello stesso periodo, sono stati riscontrati valori molto elevati nelle stazioni N15 e N25. Quest'ultimo punto, in particolare, è influenzato dallo sversamento di reflui recapitati dal Fosso delle Fornaci. I dati mostrano chiaramente che tale fosso influisce pesantemente sulla qualità delle acque del nestore, anche nel periodo invernale. Una situazione analoga caratterizza il torrente Genna, nelle cui acque le concentrazioni di *Escherichia coli* sono decisamente elevate, e lo scarico denominato NSC1.

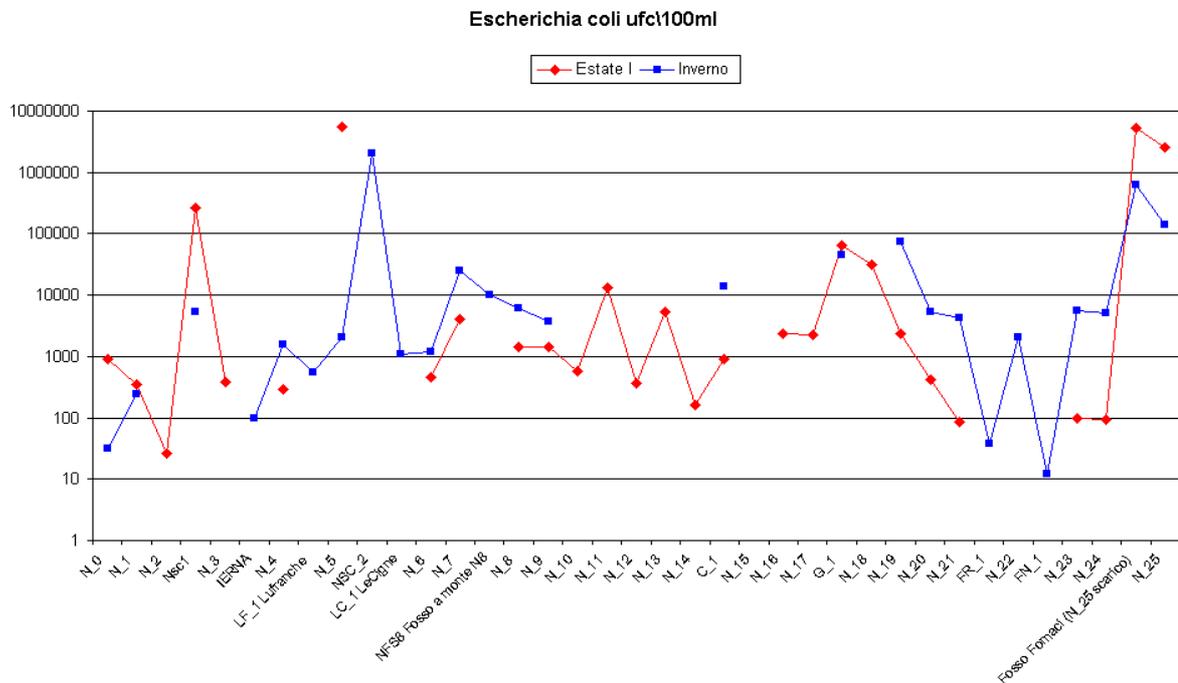


Fig. 3.2.3.1 - *Escherichia coli* nel fiume Nestore: i valori sono espressi in ufc\100ml e vengono riportati su scala logaritmica.

4. Torrente Genna

Il torrente Genna nasce alle pendici del monte Malbe (Perugia), a 652 m s.l.m., ha una lunghezza complessiva di 22,8 km e percorre in senso Nord-Sud la porzione occidentale del Comune di Perugia, per confluire nel fiume Nestore in località Vallicelle, nel comune di Marsciano. Nella parte settentrionale, il Genna attraversa un territorio fortemente antropizzato (Pian di Massiano, Centova, Zona Industriale Settevalli, Ponte della Pietra) in un ambito tipicamente collinare, con macchie boschive, anche di dimensioni rilevanti. Nella parte centrale e finale, il Genna scorre in un contesto agricolo di notevole pregio ambientale (valle e colline del Genna).

Il Genna è uno degli affluenti principali del fiume Nestore; sebbene il regime idraulico sia fortemente caratterizzato dagli andamenti stagionali, il Genna, come il Caina, presenta le caratteristiche di corsi d'acqua perenni e appartiene alla classe denominata 067_P_Sup D2N (tipizzazione dei corsi d'acqua della Regione Umbria ai sensi della Direttiva 2000/60/CE) "Corsi d'acqua perenni appartenenti alla idrocoregione (HER) Colline Toscane che originano da scorrimento di acque di precipitazione con distanza dalla sorgente compresa tra 5 e 25 km e influenza del bacino a monte nulla o trascurabile".

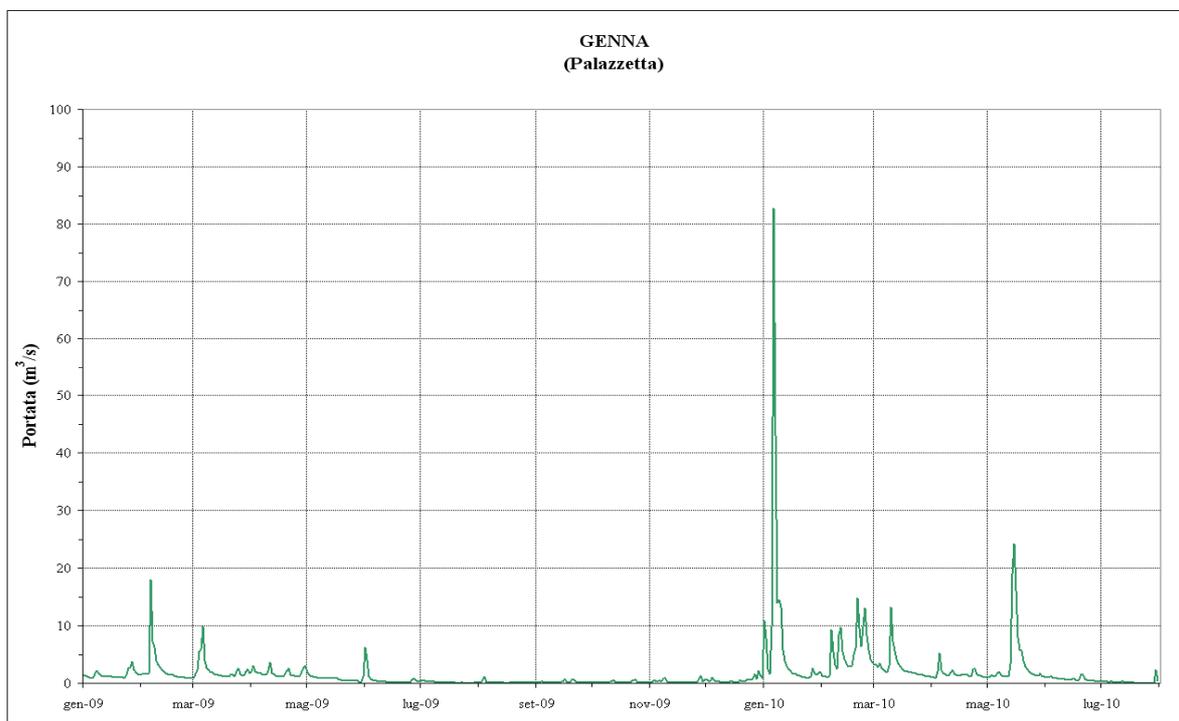


Fig. 4.1 – Portate giornaliere del torrente Genna, determinate dalla stazione idrometrica di Palazzetta, nel periodo relativo alle campagne di monitoraggio (01.01.2009-31.17.2010).

Il Genna è caratterizzato da un regime idraulico variabile; nel 2009, la stazione idrometrica di Palazzetta, gestita dal Servizio Idrografico della Regione Umbria, ha registrato una portata media di 0,51 m³/s, a fronte di una portata massima di 3,96 m³/s. Nei primi sette mesi dell'anno 2010,

caratterizzato da precipitazioni atmosferiche di notevole entità che si sono protratte fino all'inizio della stagione estiva, è stata rilevata una portata media di 1,31 m³/s ed una portata massima superiore a 63 m³/s, il giorno 06.01.2010. L'unica campagna, effettuata nel mese di Giugno 2010 (15-30 Giugno) è caratterizzata da una portata media di 0,44 m³/s.

4.1 Punti di campionamento

Sono stati individuati 13 punti di campionamento delle acque, distribuiti omogeneamente lungo l'asta principale del Genna; i prelievi di acqua superficiale, ove possibile, sono stati effettuati a monte\valle delle confluenze con i principali affluenti per valutare il contributo di ogni tributario sul chimismo delle acque del Genna.

Il regime idraulico fortemente variabile del Genna non consente, nei punti di campionamento, la deposizione di materiali fini sul fondo dell'alveo. Pertanto, come nel caso del Nestore, non è stato possibile raccogliere campioni di sedimento.

Punto di Prelievo	Localizzazione	Distanza dalla sorgente (km)
G0	Mt. Malbe	0.2
G1	Perugia Pian di Massiano	2.2
G2	Perugia Loc Centova	4.3
G3	Pian della Genna	6.8
SCG1	Pian della Genna	6.9
G4	Boneggio a valle del Depuratore	7.5
G5	Boneggio	9.1
G6	S.Martino in Colle	10
G7	Villa	11.1
G8	S.Enea	12.2
G9	Badiola	15.5
G10	Villanova (a monte del centro abitato)	16.5
G11	Villanova (a valle del centro abitato)	17
G12	Olmeto (a monte dell'impianto)	19.5
G13	Olmeto (a valle dell'impianto)	22.7

Tab. 4.1.1 – Identificazione e localizzazione dei punti di prelievo.

4.2 Analisi dei risultati

Nel paragrafo successivo sono riportati i dati ottenuti per ciascun parametro chimico-fisico determinato in campo. I grafici illustrano l'andamento dei parametri in funzione della distanza dalla sorgente; ogni punto di campionamento è identificato con il rispettivo codice alfanumerico. I grafici relativi alle analisi chimiche riportano la concentrazione del singolo analita (espresso in mg/l), il codice alfanumerico di ogni punto di prelievo e la sua localizzazione. Anche in questo caso, affluenti e scarichi sono contrassegnati in modo diverso per verificare l'apporto di nutrienti di ogni singolo recapito sull'asta principale del Genna.

4.2.1 Parametri chimico-fisici

L'andamento dell'ossigeno disciolto mostra chiaramente che tra i punti G4 e G5 la qualità delle acque subisca un notevole peggioramento, con concentrazioni prossime a 2 mg/l. Nella porzione centrale del Genna le condizioni non migliorano.

Osservando il grafico che riporta le percentuali di saturazione dell'ossigeno si può notare che le acque del Genna, piuttosto che essere soggette ad eutrofizzazione, sono oggetto di inquinamento diretto da sostanze ossidanti. Dal momento che la percentuale di saturazione esprime la distanza, in percentuale, dalle condizioni naturali di ossigenazione dipendenti temperatura e pressione atmosferica, valori superiori al 100% evidenziano un ecosistema in "produzione di ossigeno", mentre percentuali inferiori indicano un "consumo di ossigeno". Il periodo estivo in cui è stata effettuata la campagna di monitoraggio è caratterizzato da massimi valori di radiazione solare e temperatura; avendo concentrazioni di nutrienti elevate, percentuali di saturazione di ossigeno basse come in tutti i punti a valle del G4 indicano un livello di pressione antropica notevole. La relazione di inversa proporzionalità che sussiste tra le concentrazioni di ossigeno disciolto e i valori di torbidità (fig. 4.2.1.1 e 4.2.1.2) suggerisce che si tratti di inquinamento da sostanze xenobiotiche.

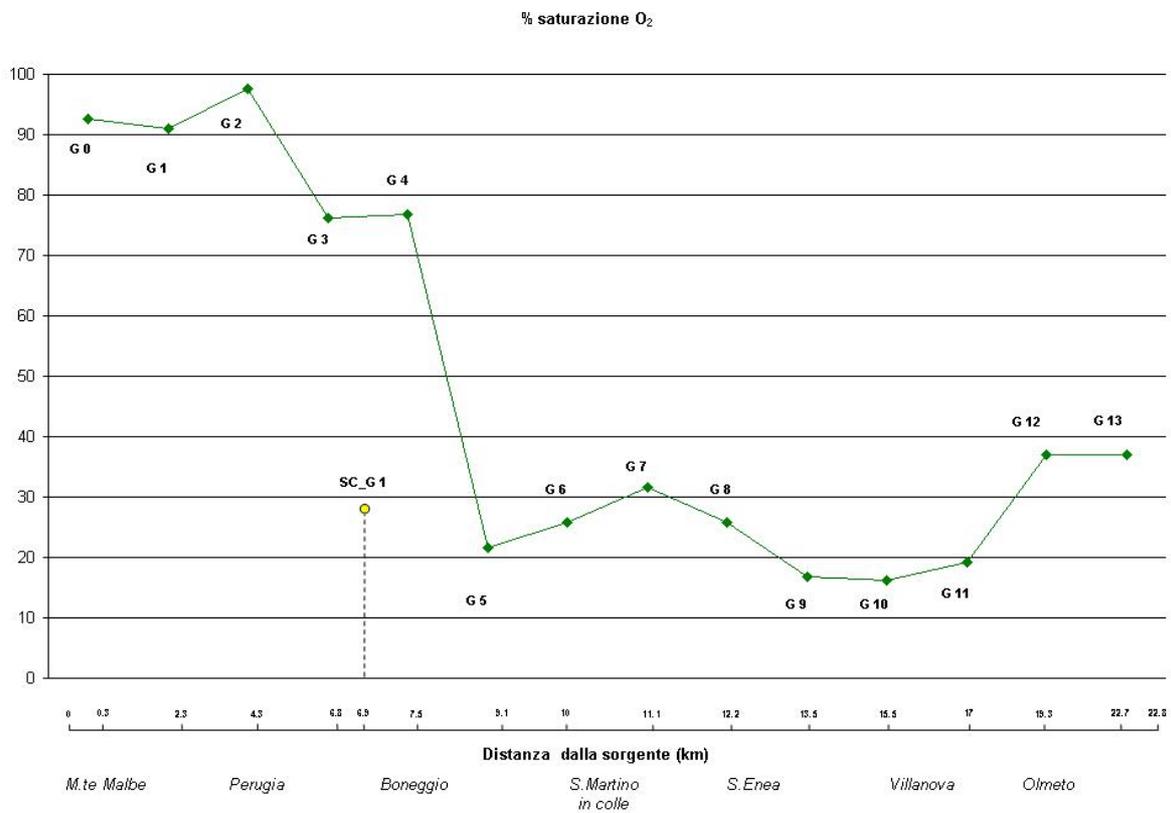
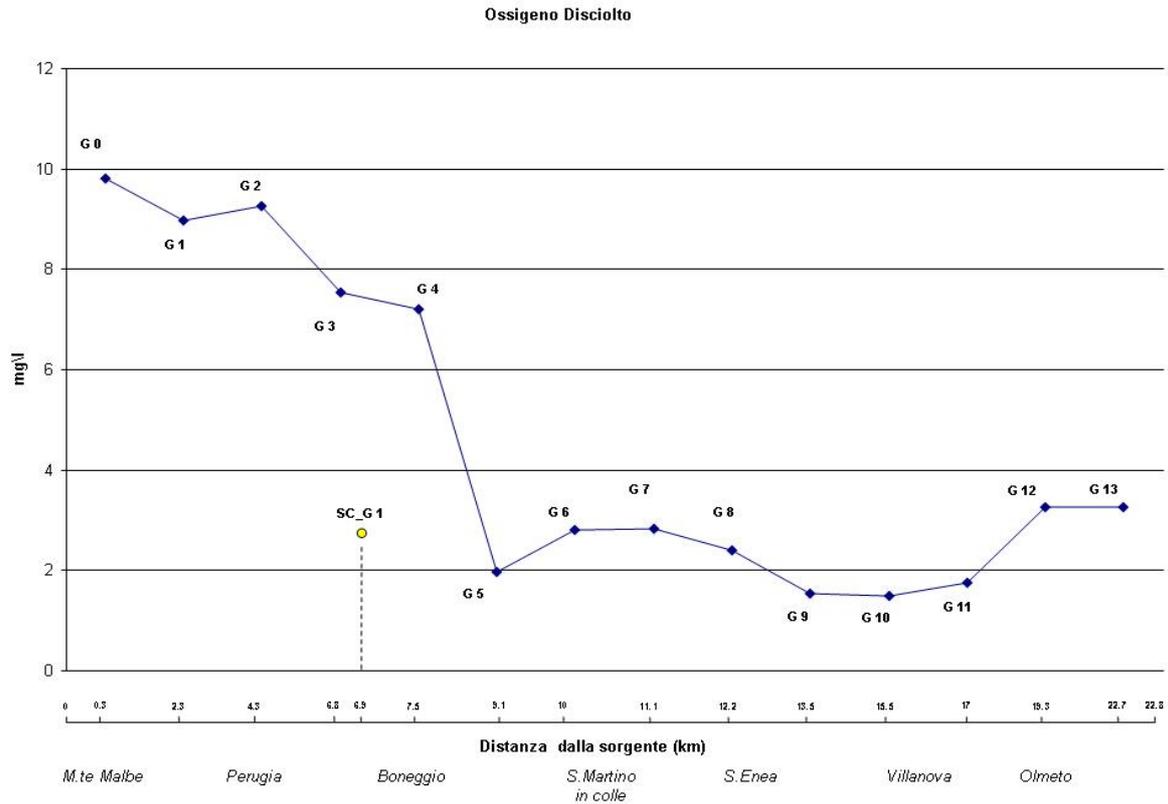


Fig. 4.2.1.1 - Ossigeno disciolto e saturazione percentuale di O₂ nelle acque del torrente Genna. In giallo è indicato il contributo degli scarichi.

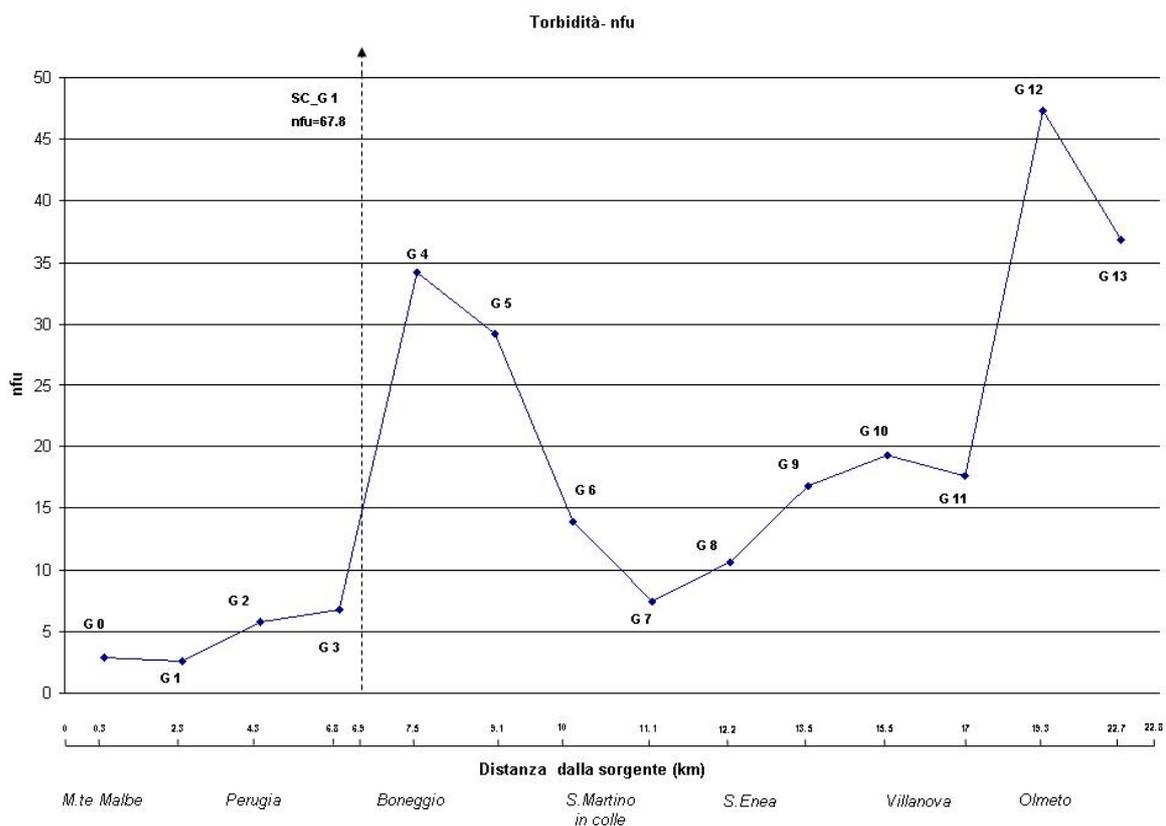


Fig. 4.2.1.2 - Torbidità nelle acque del torrente Genna. E' indicato anche il contributo degli scarichi.

Osservando la figura 4.2.1.3 si può notare chiaramente che i valori di conducibilità rilevati in campo sono piuttosto elevati; a partire dal punto G1, posto a valle dell'abitato di S. Lucia, la conducibilità elettrica delle acque assume valori compresi mediamente tra 800 e 1200 $\mu\text{S}/\text{cm}$, con un picco prossimo a 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, rilevato presso S. Martino in Colle. Operando un confronto tra i valori di ossigeno disciolto, torbidità e conducibilità, si può notare uno stato generale di forte degrado, con la presenza di due settori ove le condizioni del Genna subiscono un marcato peggioramento (tratto compreso tra il depuratore di Perugia e San Fortunato della Collina, tratto a valle di Villanova).

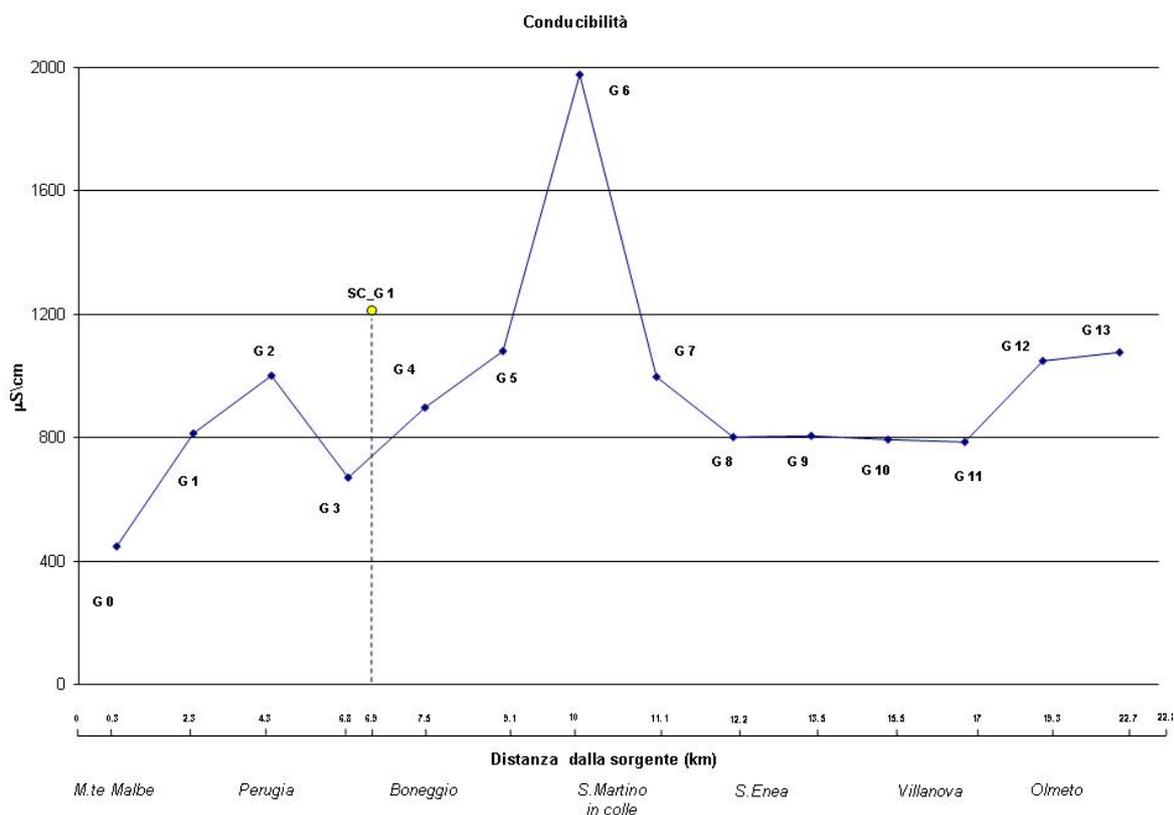


Fig. 4.2.1.3 – Conducibilità elettrica nelle acque del torrente Genna. In giallo è indicato il contributo degli scarichi.

4.2.2 Analisi chimiche di acque e scarichi

In fig. 4.2.2.1 sono rappresentate le concentrazioni di ammoniaca rilevate nelle acque del Genna. Ad eccezione del punto G1, posto in località Pian di Massiano, tutte le stazioni di prelievo ed analisi superano abbondantemente la concentrazione di 0.5 mg/l, indicativa di uno stato di qualità accettabile per l'ecosistema acquatico. In particolare, a valle del punto G1 la concentrazione di ammonio non scende mai al disotto dei 2 mg/l. Osservando il grafico di fig. 4.2.2.1 si può immediatamente intuire lo stato di degrado ambientale in cui versa il torrente Genna, con una situazione di progressivo peggioramento, procedendo verso la confluenza con il fiume Nestore, interrotta da un picco di notevole entità, con valori prossimi a 16 mg/l. Tale picco è riferibile al tratto Pian della Genna – San Martino in Colle, dove nel Genna confluiscono le acque di scarico del depuratore di Perugia ed i reflui non trattati dei paesi adiacenti al corso d'acqua (Boneggio, S. fortunato della Collina ecc.). In particolare, la situazione peggiora nettamente nel punto di campionamento G4, posto a valle del depuratore di Pian della Genna e del relativo scolmatore, indicato come punto SC_G1.



Fig. 4.2.2.1 - Scolmatore della rete fognaria di Perugia, recapitante in alveo reflui non trattati, in località Pian della Genna

Lo scolmatore sembra essere perennemente attivo, anche nei periodi estivi, in assenza di precipitazioni atmosferiche, con portare notevoli (figura 4.2.2.1); tale situazione è stata riscontrata nelle fasi di sopralluogo precedenti alla campagna e in un controllo successivo, volto a verificare l'attività e la portata dello scarico stesso.

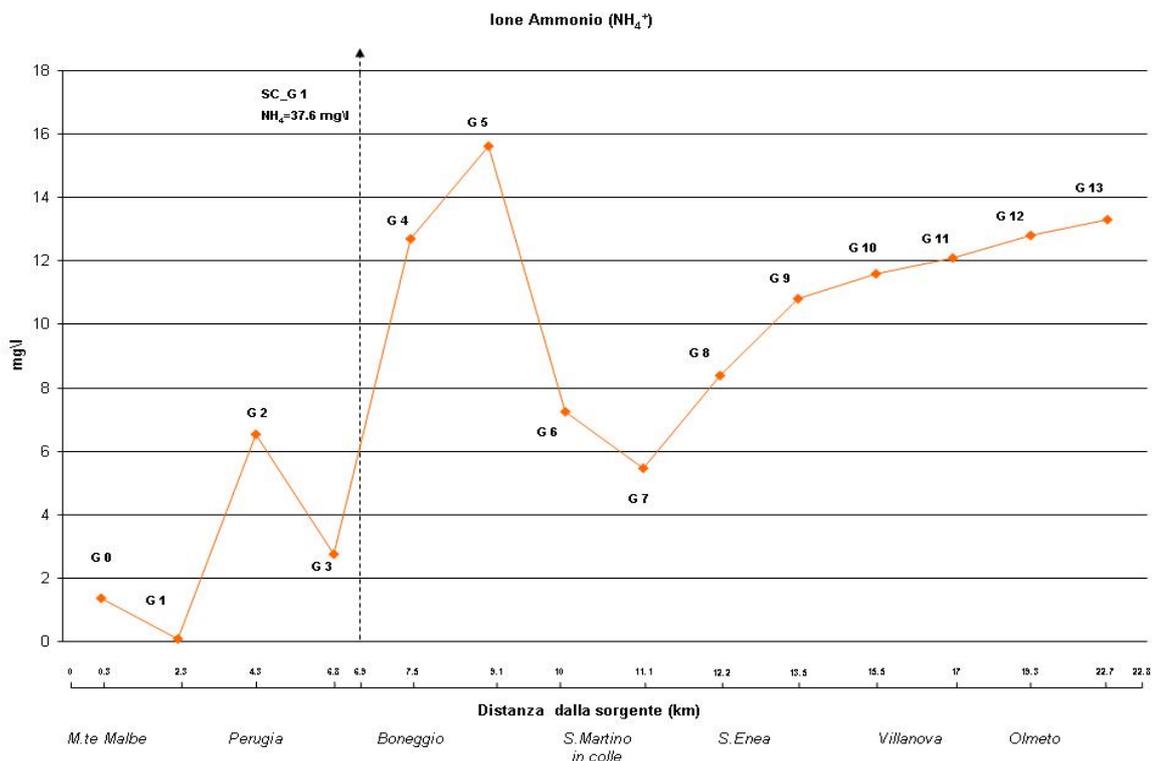


Fig. 4.2.2.2- Concentrazioni di ione ammonio riscontrate nel torrente Genna. E' indicato il contributo degli scarichi.

Il punto immediatamente a valle, denominato G5, che si trova nei pressi dell'allevamento Mariotti, in località Villa, presenta una situazione ancor più grave, dove la concentrazione di

ammonio sfiora i 15 mg/l; la concomitante presenza di schiume (figura 4.2.2.3) e di concentrazioni molto elevate di tensioattivi, COD e fosforo, conferma una situazione ambientale di forte degrado.



Fig. 4.2.2.3 - Presenza di schiume nelle acque del Genna in località Boneggio

A valle di San Martino in Colle le concentrazioni di ammoniaca tendono ad aumentare, fino alla confluenza con il Nestore, a testimonianza dell'ingresso di acque refluo non trattate di origine civile e/o zootecnica. La situazione è confermata dalle concentrazioni di nitrati, illustrate in fig. 4.2.2.5, che si presentano molto elevate nel tratto iniziale e nella parte centrale del Genna, sottoposta anche all'impatto delle attività agricole.

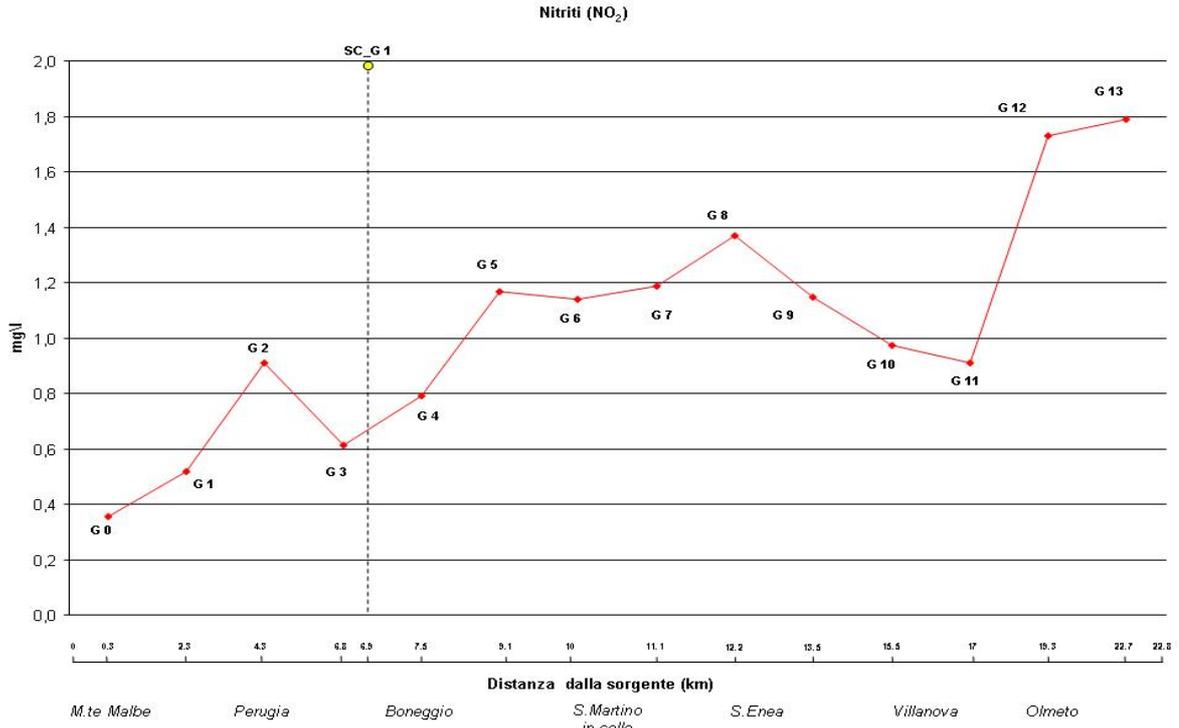


Fig. 4.2.2.4 - Concentrazioni di nitriti riscontrate nel torrente Genna. In giallo è indicato il contributo degli scarichi.

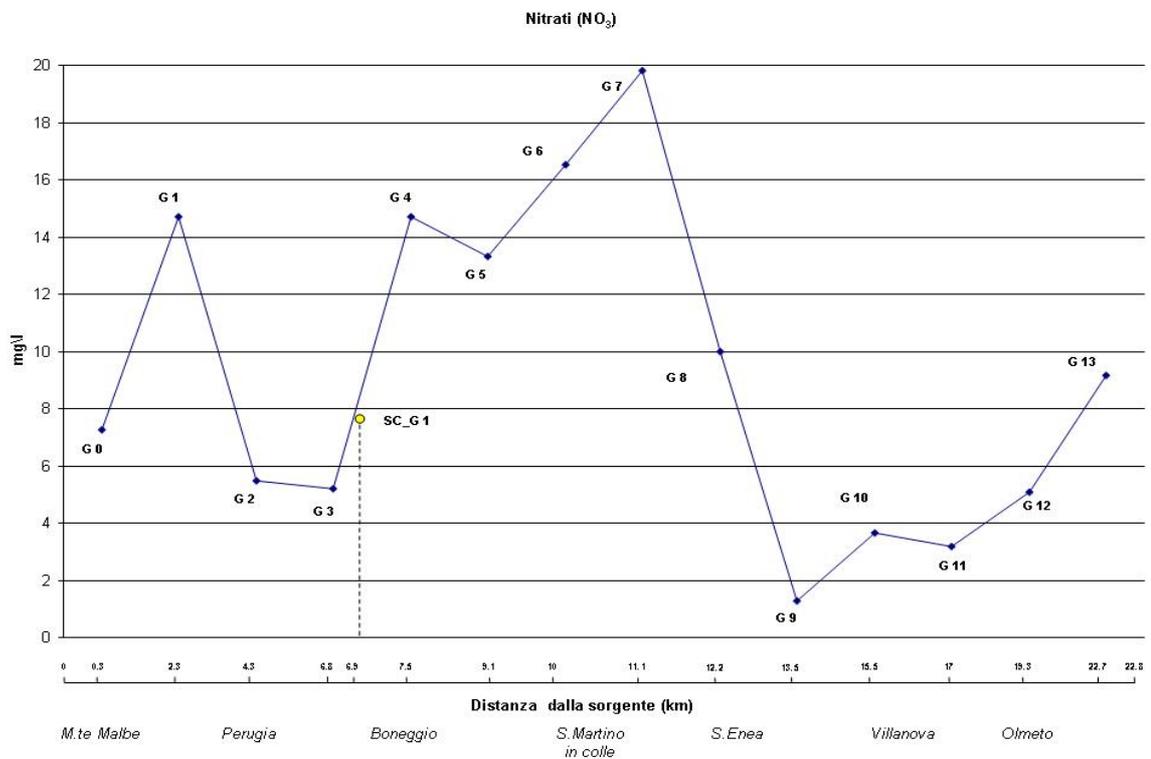


Fig. 4.2.2.5 - Concentrazioni di nitrati riscontrate nel torrente Genna. In giallo è indicato il contributo degli scarichi.

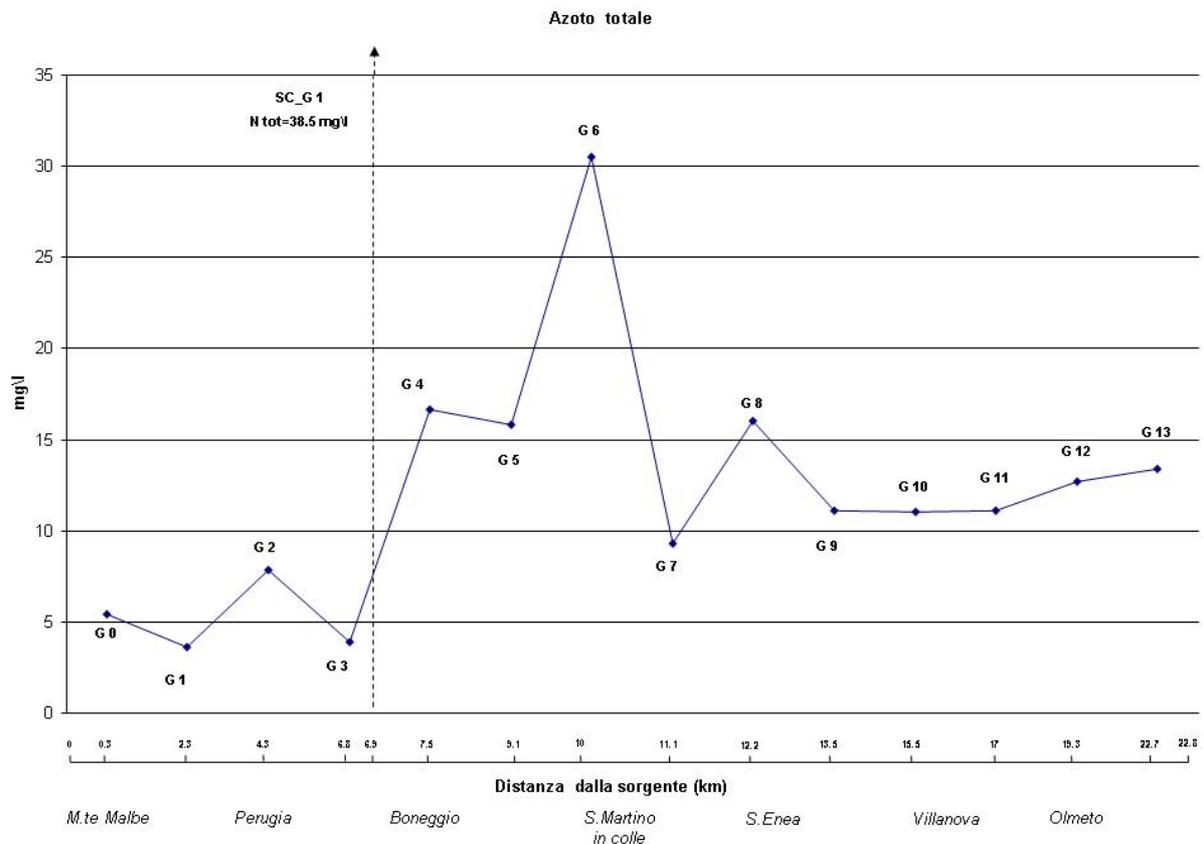


Fig. 4.2.2.6 - Concentrazioni di azoto totale riscontrate nel torrente Genna. E' indicato anche il contributo degli scarichi.

Le concentrazioni di fosforo totale e fosfati sono elevati ed al di sopra delle concentrazioni ottimali per gli ecosistemi acquatici, in tutti i punti del tratto medio e finale del Genna. A tal proposito, si fa riferimento al valore indicato nel DLgs.152\99 in cui concentrazioni uguali o superiori a 0.6 mg\l di fosforo totale evidenziavano uno stato pessimo delle acque superficiali.

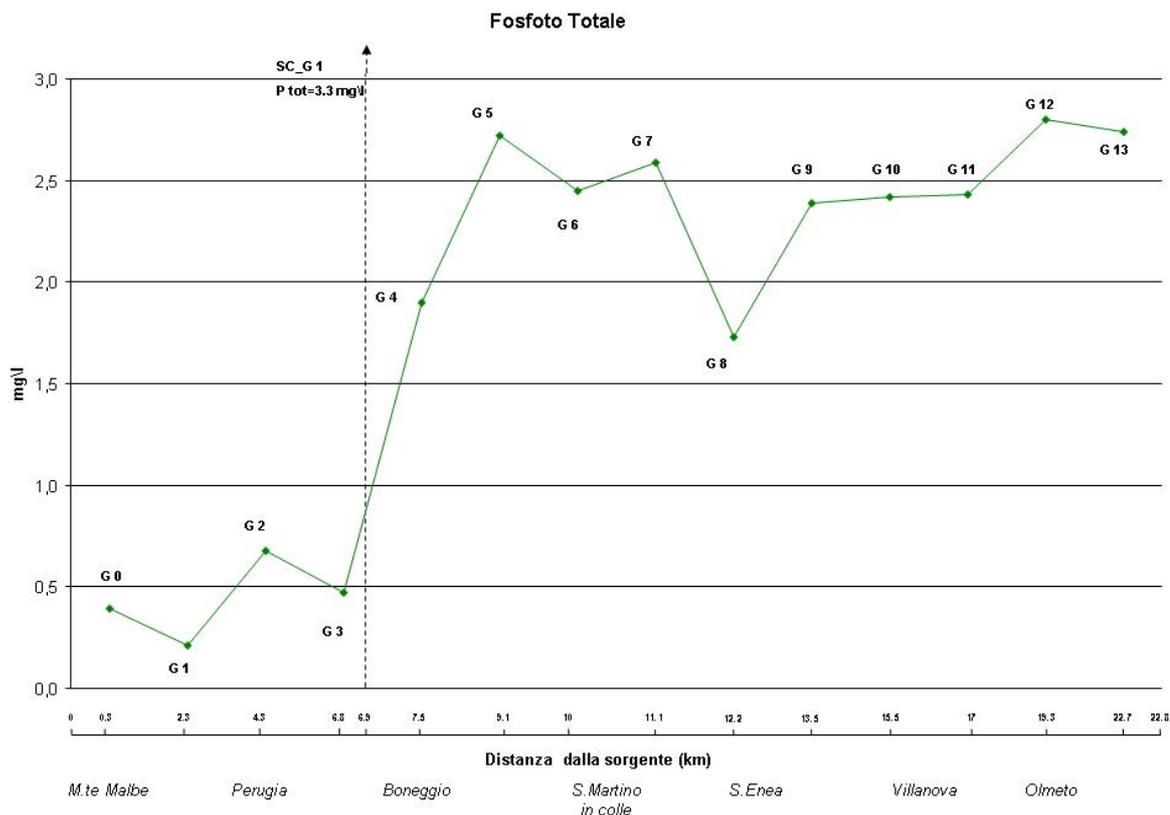


Fig. 4.2.2.7 - Concentrazioni di fosforo totale riscontrate nel torrente Genna. E' indicato anche il contributo degli scarichi.

In fig. 4.2.2.8 è riportato l'andamento delle concentrazioni dei tensioattivi lungo il corso del torrente Genna. Nel punto G2, prelevato in località Centova-Perugia, i tensioattivi anionici superano la concentrazione di 1 mg/l, a testimonianza di scarichi di origine civile.

Lo scarico SC_G1 recapita in alveo una quantità notevole di reflui non depurati, contribuendo pesantemente al degrado ambientale del Genna; l'impatto dello scarico è visibile dalle concentrazioni di tensioattivi rilevate nel punto G4, posto immediatamente a valle. I tensioattivi, inoltre, tendono ad aumentare nella zona compresa tra S. Martino in Colle e Villanova, e sono presumibilmente dovuti al rilascio di reflui non trattati di origine civile, riconducibili ai centri abitati.

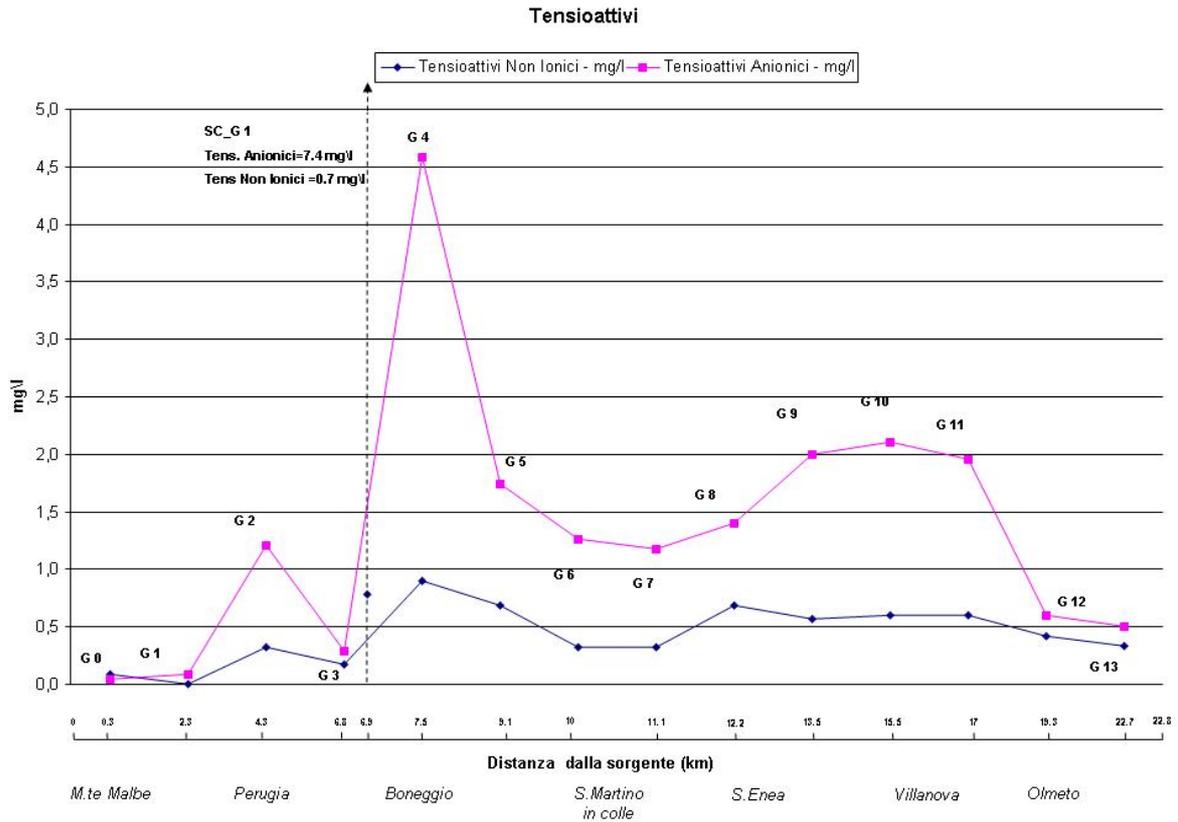


Fig. 4.2.2.8 - Concentrazioni di tensioattivi anionici e non ionici nel torrente Genna. E' indicato anche il contributo degli scarichi.

La distribuzione della domanda chimica di ossigeno (COD) e dei fenoli, illustrate in figg. 4.2.2.9 e 4.2.2.10 riflettono quanto illustrato per i gli altri parametri; il primo picco e localizzato presso il punto G2, il secondo, di notevole entità, è stato rilevato immediatamente a valle dello scolmatore di piena del depuratore di Pian della Genna; successivamente, da San Martino in Colle a Villanova, si ha un nuovo incremento costante delle concentrazioni rilevate. La situazione migliora sensibilmente a valle di Olmeto. Occorre sottolineare che, indicativamente, concentrazioni di COD superiori ai 5 mg/l sono indice di inquinamento diretto e qualità scadente delle acque. Pertanto, tutto il corso del Genna presenta una condizione di forte degrado ambientale.

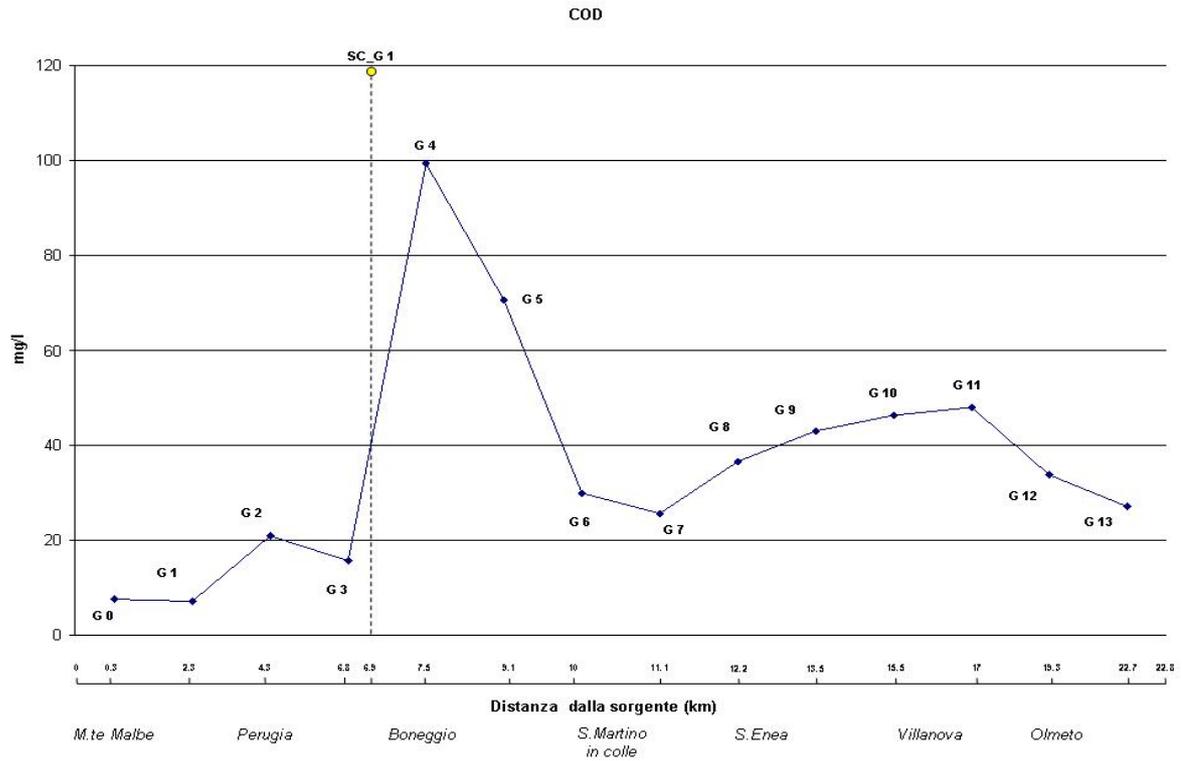


Fig. 4.2.2.9 – Distribuzione di COD nel torrente Genna. E' indicato anche il contributo degli scarichi.

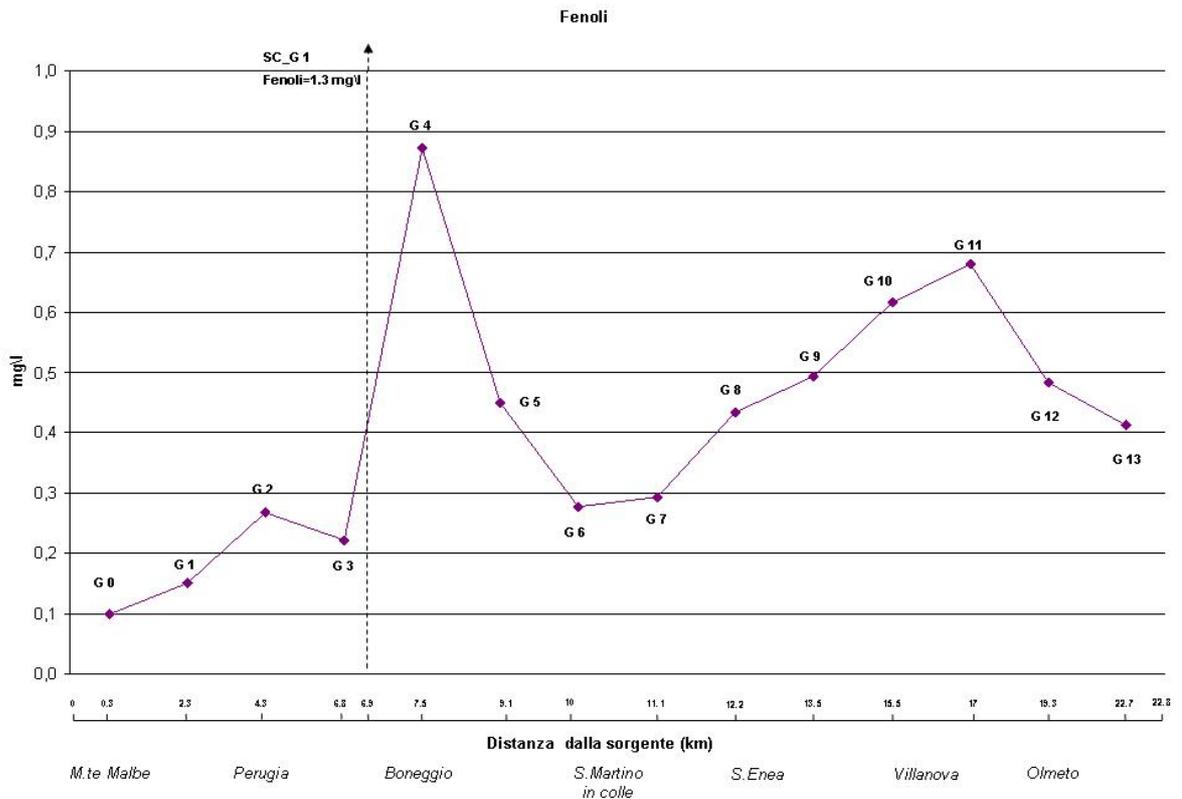


Fig. 4.2.2.10 - Concentrazioni di fenoli nel torrente Genna. E' indicato anche il contributo degli scarichi.

4.2.3 Analisi microbiologiche

La presenza di *Escherichia coli* nel torrente Genna è molto elevata in tutte le stazioni di prelievo esaminate presentando dei massimi in prossimità degli scarichi e, presumibilmente, delle immissioni in alveo. L'andamento illustrato in fig. 4.2.3.1 ricalca e conferma quanto commentato nel paragrafo precedente: tutto il corso d'acqua è caratterizzato da uno stato di forte degrado ambientale, con tre aree contraddistinte da incrementi marcati nella presenza di *Escherichia coli* (Perugia S. Lucia, a valle del depuratore di Pian della Genna e nel tratto S. martino in Colle-Villanova).

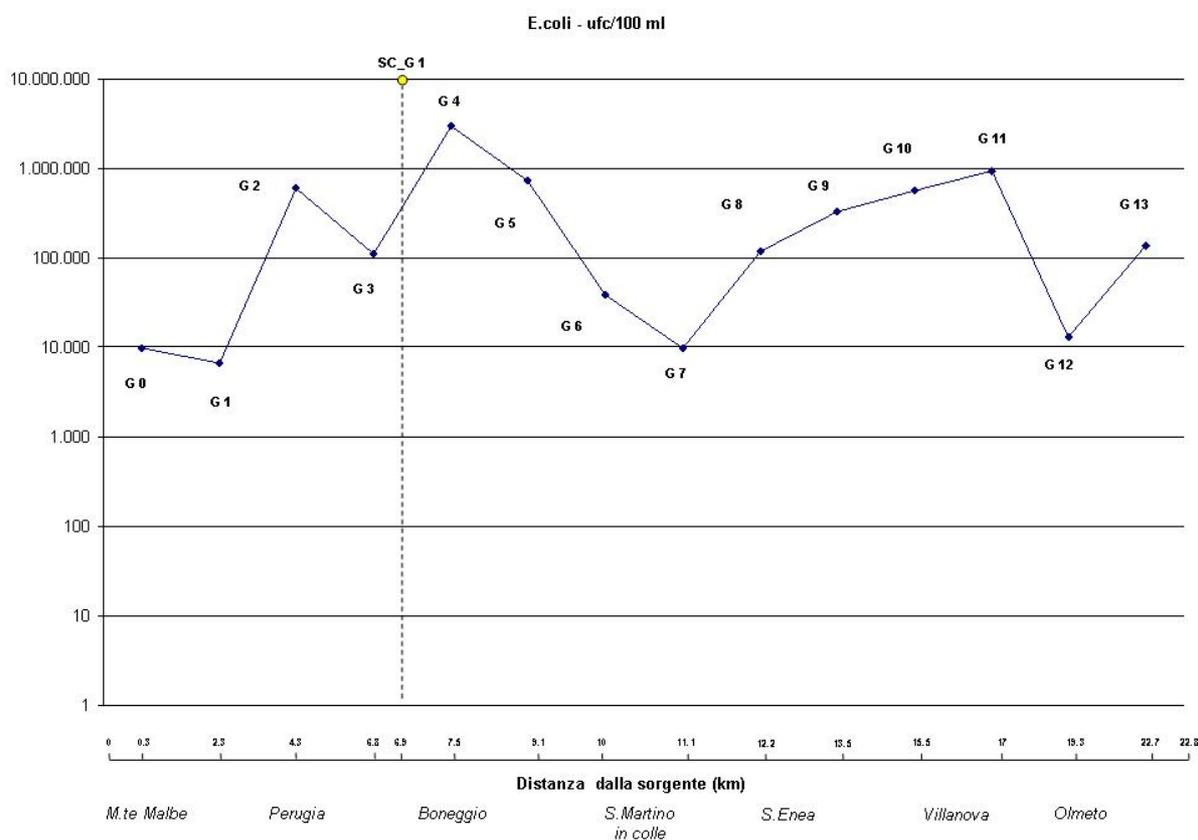


Fig. 4.2.3.1 - Presenza di *Escherichia coli* nelle acque del torrente Genna. In giallo la concentrazione microbiologica dello scarico SC_G1.

5. Torrente Caina

Il torrente Caina nasce a 576 m. s.l.m. presso il monte Gudiolo e attraversa i comuni di Perugia, Corciano, Magione e Marsciano. Lungo il suo corso di 33.1 km riceve le acque dell'emissario artificiale del lago Trasimeno, canale realizzato nel 1898 che funziona da “troppo pieno” del lago quando la sua altezza idrometrica supera la quota di 257,33 m s.l.m.

In località La Valle-M.te Sperello riceve le acque del fosso Formanuova recapitanti scarichi civili ed industriali della parte settentrionale del territorio attraversato dalla Caina.

Il torrente Caina è anche recettore delle acque reflue trattate dai depuratori di Corciano (loc. Taverne), Montesperello (Comune di Magione) e San Sisto (Comune di Perugia).

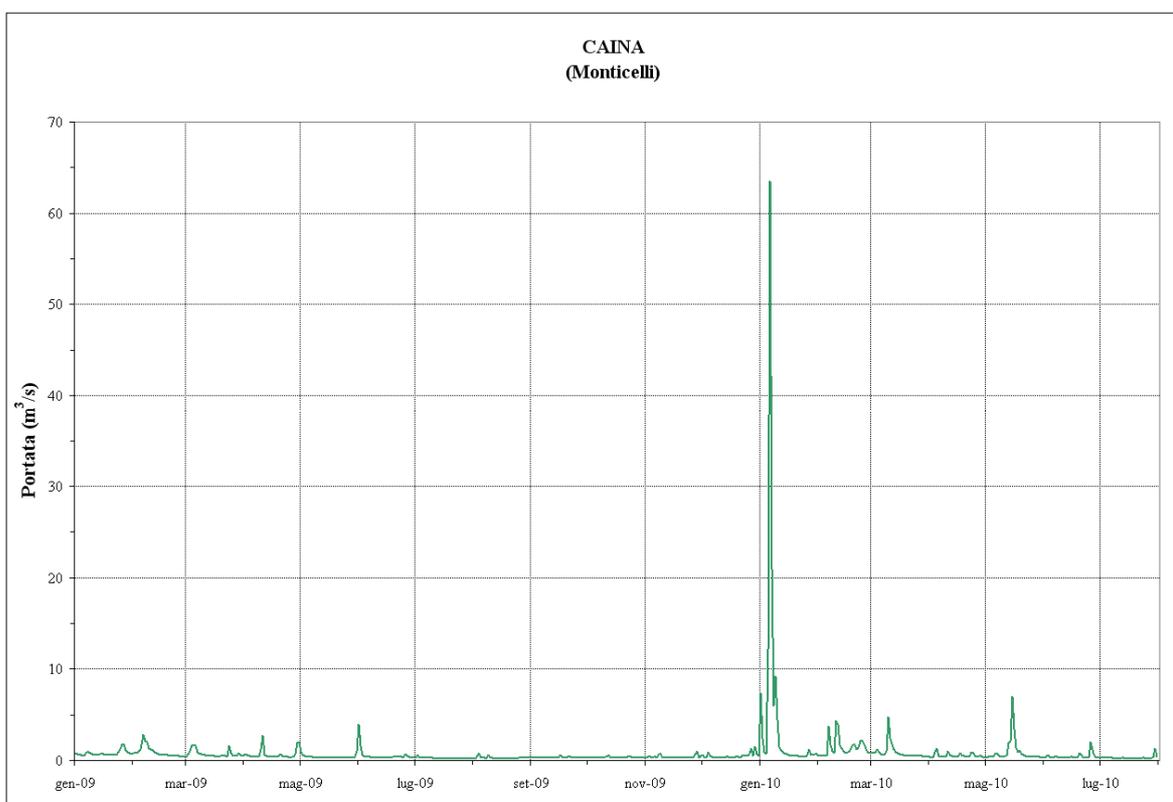


Fig. 5.1 – Portate giornaliere del torrente Caina, determinate dalla stazione idrometrica di Monticelli, nel periodo relativo alle campagne di monitoraggio (01.01.2009-31.17.2010).

Il Caina è caratterizzato da un regime idraulico variabile; nel 2009, la stazione idrometrica di Monticelli, gestita dal Servizio Idrografico della Regione Umbria, ha registrato una portata media di 0,63 m³/s, a fronte di una portata massima prossima a 7 m³/s. Nei primi sette mesi dell’anno 2010, caratterizzato da precipitazioni atmosferiche di notevole entità che si sono protratte fino all’inizio della stagione estiva, è stata rilevata una portata media di 2.2 m³/s ed una portata

massima prossima a 63 m³/s, il giorno 06.01.2010. L'unica campagna, effettuata nel mese di Luglio 2010 è caratterizzata da una portata media di 0.21 m³/s.

5.1 Punti di campionamento

Sono stati individuati 13 punti di campionamento delle acque, distribuiti omogeneamente lungo l'asta principale del Caina; i prelievi di acqua superficiale, ove possibile, sono stati effettuati a monte\valle delle confluenze con i principali affluenti per valutare il contributo di ogni tributario sul chimismo delle acque del Caina.

Punto di Prelievo	Localizzazione	Distanza dalla sorgente (km)
C1	S. Giovanni del Pantano	1.2
C2	Colle Umberto	4.2
Rio	Magione	6.4
Formanuova	Magione	18
C6	Magione	18.8
Emissario Trasimeno	Magione	19
C7	Castelvioto	20.3
C8	Solomeo (a monte del centro abitato)	22.8
C9	Solomeo (a valle del centro abitato)	24
C10	Capanne	25.1
C11	Pilonico Materno	26.4
C12	Castiglione della valle	29.5
C13	Pieve Caina	32

Tab. 5.1.1 - Identificazione e localizzazione dei punti di prelievo

Il regime idraulico fortemente variabile del Caina non consente, nei punti di campionamento, la deposizione di materiali fini sul fondo dell'alveo. Pertanto, come nel caso del Nestore e del Genna, non è stato possibile raccogliere campioni di sedimento.

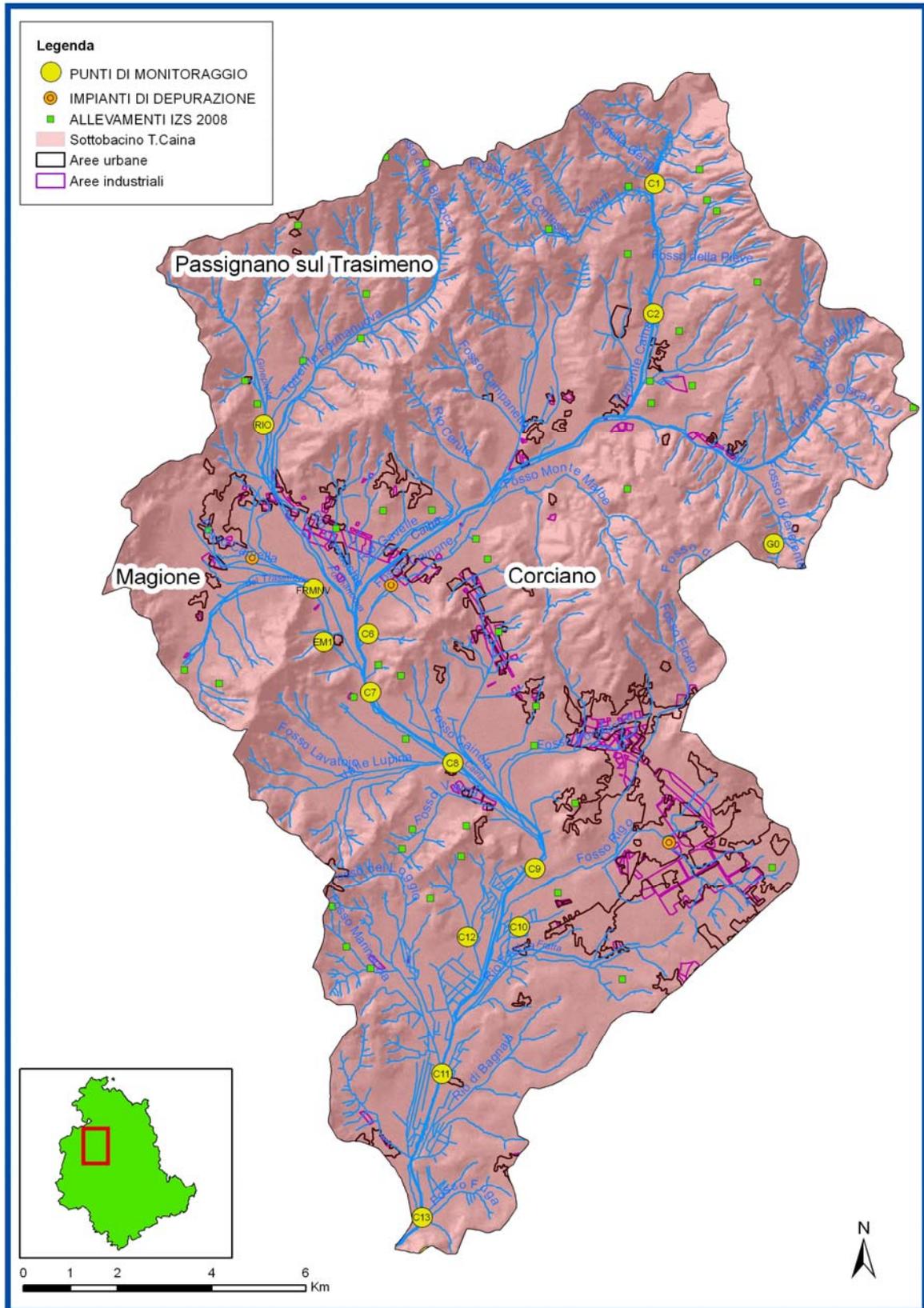


Fig. 5.1.1 – Bacino idrografico del Caina. La carta indica i punti di campionamento (cerchi gialli) e le pressioni antropiche esercitate sul territorio (depuratori, aree industriali, allevamenti, zone fertirrigate).

5.2 Analisi dei risultati

Nel paragrafo successivo sono riportati i dati ottenuti per ciascun parametro chimico-fisico determinato in campo. I grafici illustrano l'andamento dei parametri in funzione della distanza dalla sorgente; ogni punto di campionamento è identificato con il rispettivo codice alfanumerico. I grafici relativi alle analisi chimiche riportano la concentrazione del singolo analita (espresso in mg/l), il codice alfanumerico di ogni punto di prelievo e la sua localizzazione. Anche in questo caso, affluenti e scarichi sono contrassegnati in modo diverso per verificare l'apporto di nutrienti di ogni singolo recapito sull'asta principale del Caina.

5.2.1 Parametri chimico-fisici

In fig. 5.2.1.2 è illustrata la percentuale di saturazione di ossigeno. Nel tratto compreso tra i punti di campionamento C2 e C8, tale percentuale è superiore al 100%; ciò significa che l'ecosistema acquatico è in condizioni di produzione di ossigeno. Nel secondo tratto, dal C9 fino alla confluenza con il fiume Nestore, l'ossigeno disciolto tende a diminuire drasticamente e i valori di saturazione percentuale si discostano notevolmente da quelli tipici dei corsi d'acqua. Nel tratto medio e finale del Caina si assiste ad un progressivo peggioramento delle condizioni ambientali e qualitative delle acque.

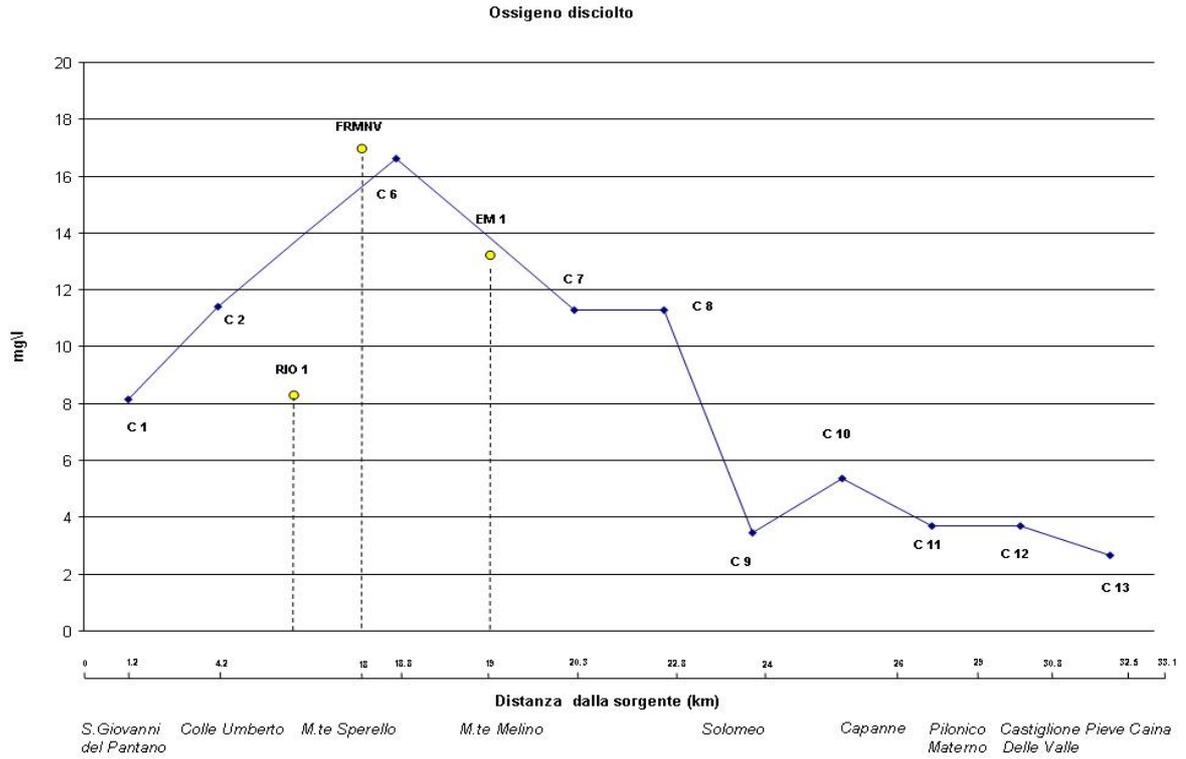


Fig. 5.2.1.1 - Ossigeno disciolto nelle acque del torrente Genna. In giallo gli affluenti Rio, Formanuova (FRMNV) e l'emissario del lago Trasimeno (EM1).

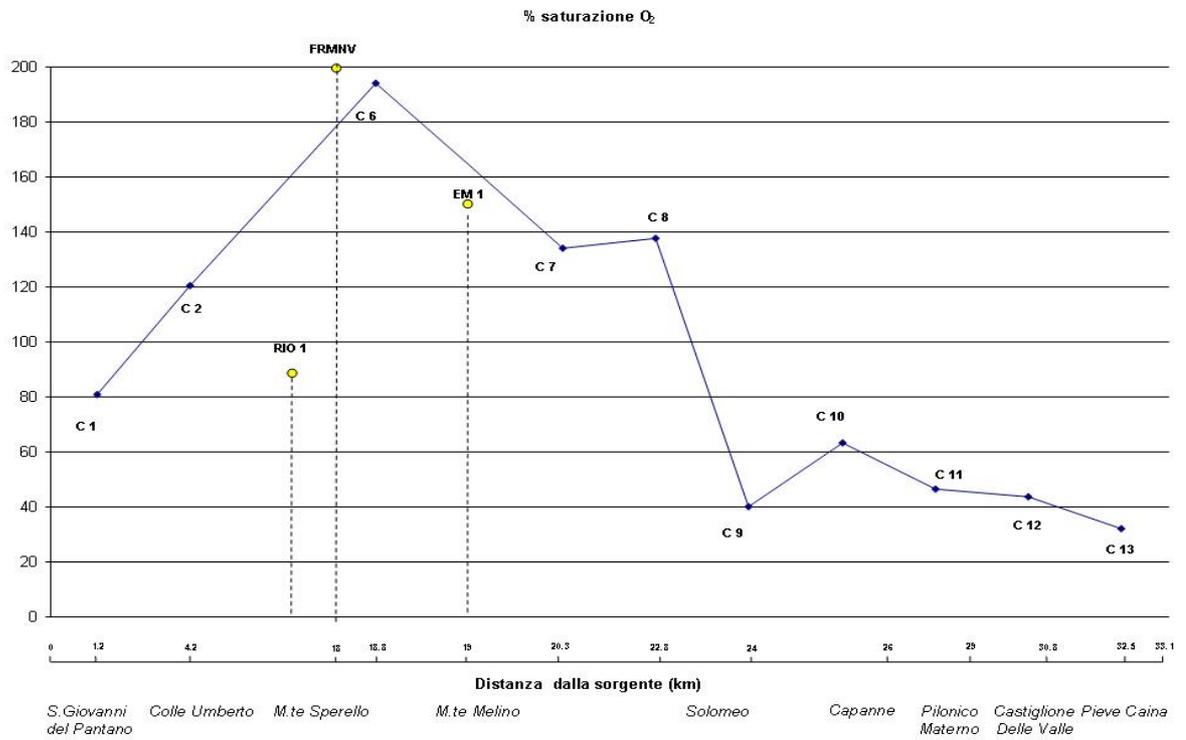


Fig. 5.2.1.2 - Percentuale di saturazione di O₂ nelle acque del torrente Caina. In giallo gli affluenti Rio, Formanuova (FRMNV) e l'emissario del lago Trasimeno (EM1).

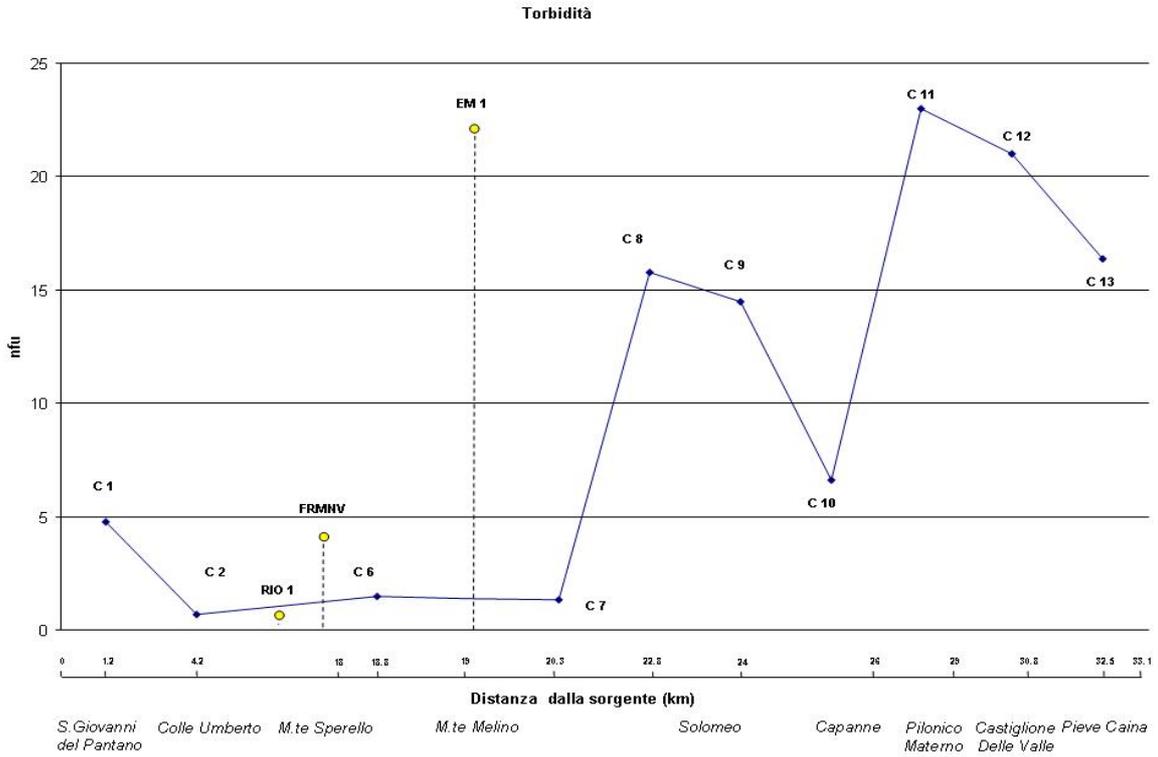


Fig. 5.2.1.3 - Torbidità delle acque del torrente Caina. In giallo gli affluenti Rio, Formanuova (FRMNV) e l'emissario del lago Trasimeno (EM1).

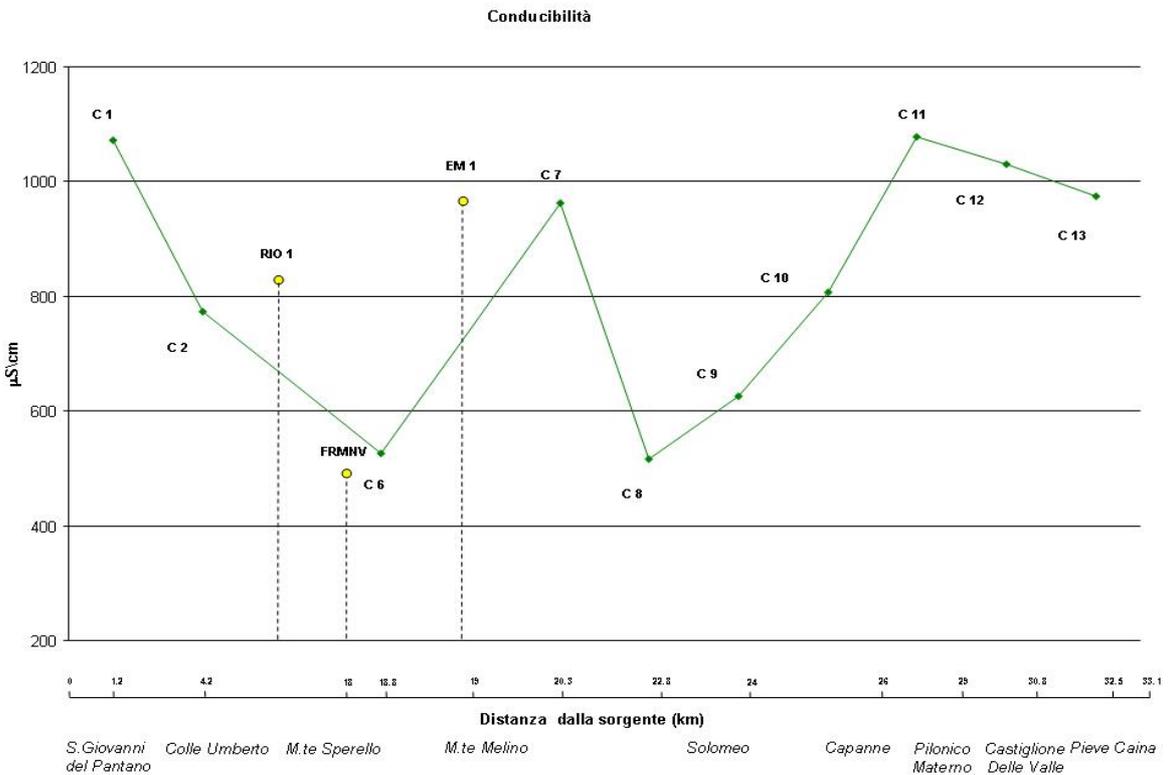


Fig. 5.2.1.4 - Conducibilità elettrica delle acque del torrente Caina. In giallo gli affluenti Rio, Formanuova (FRMNV) e l'emissario del lago Trasimeno (EM1).

L'andamento della torbidità (fig.5.2.1.3), espressa in unità di attenuazione nefelometrica, presenta una stretta correlazione con l'ossigeno disciolto.

I valori di conducibilità delle acque del Caina (fig. 5.2.1.4) sono mediamente elevati. Nel tratto iniziale, ed in particolare nel primo punto campionato, sono stati rilevati valori superiori a 1200 $\mu\text{S}/\text{cm}$, cui sono associate soltanto concentrazioni anomale di fenoli (vedere fig. 5.2.1.8); la presenza contestuale di fenoli, in un'area senza insediamenti civili, potrebbe indicare un rilascio non autorizzato di acque di vegetazione, ma in questa ipotesi anche il valore di COD doveva essere elevato.

I valori di conducibilità diminuiscono gradualmente fino alla confluenza dell'emissario Trasimeno, sul quale rilascia il depuratore di Magione. Nel punto di prelievo successivo, la conducibilità sale di nuovo fino a valori prossimi a 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, per poi scendere di nuovo.

Infine, nel tratto compreso tra l'abitato di Solomeo e Castiglione della Valle, la qualità delle acque del Caina subisce un progressivo peggioramento.

5.2.2 Analisi chimiche di acque e scarichi

Contributi inquinanti di ione ammonio si riscontrano nelle acque del Rio, affluente del Formanuova e nelle acque dell'emissario del Lago Trasimeno. Nell'asta l'asta principale del Caina sono state rilevate concentrazioni molto elevate negli ultimi 5 punti di monitoraggio, situati a valle di Solomeo, fino alla confluenza con il fiume Nestore, con un picco massimo presso l'abitato di Pilonico Materno.

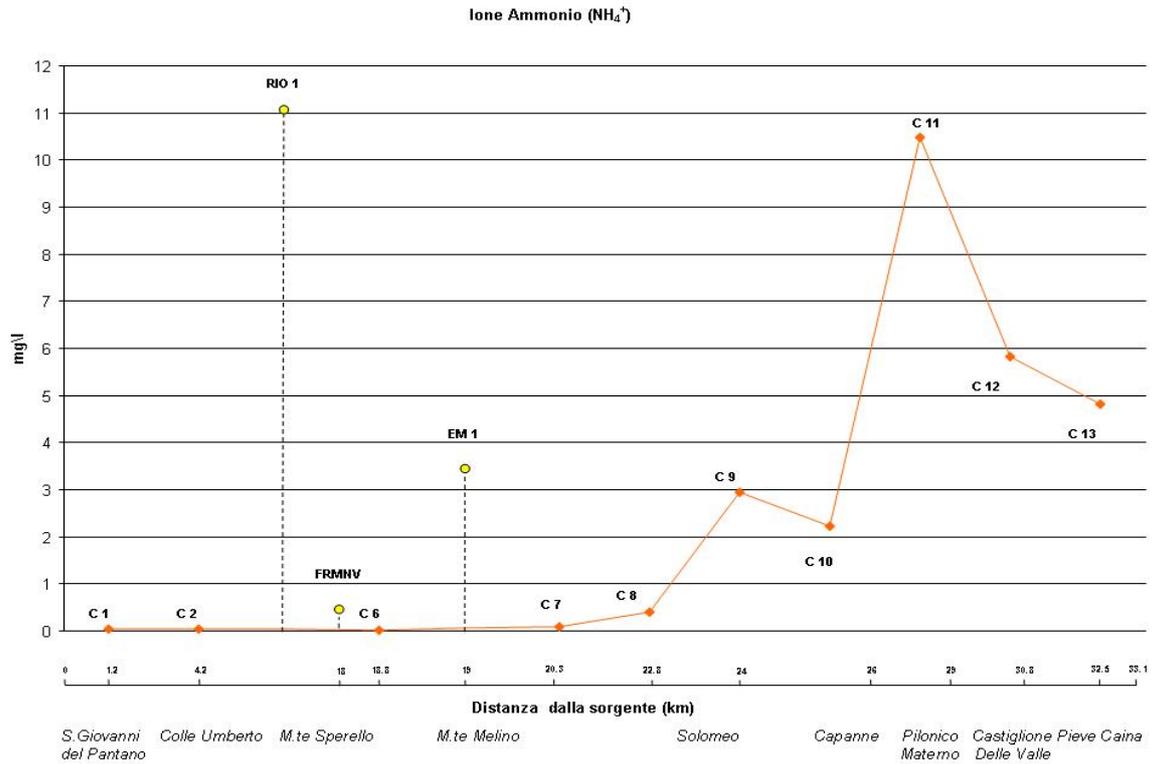


Fig. 5.2.2.1 - Ione ammonio nelle acque superficiali del Caina. In giallo sono riportati i valori di concentrazioni degli affluenti Rio, Formanuova (FRMNV) e dell'emissario del Trasimeno (EM1).

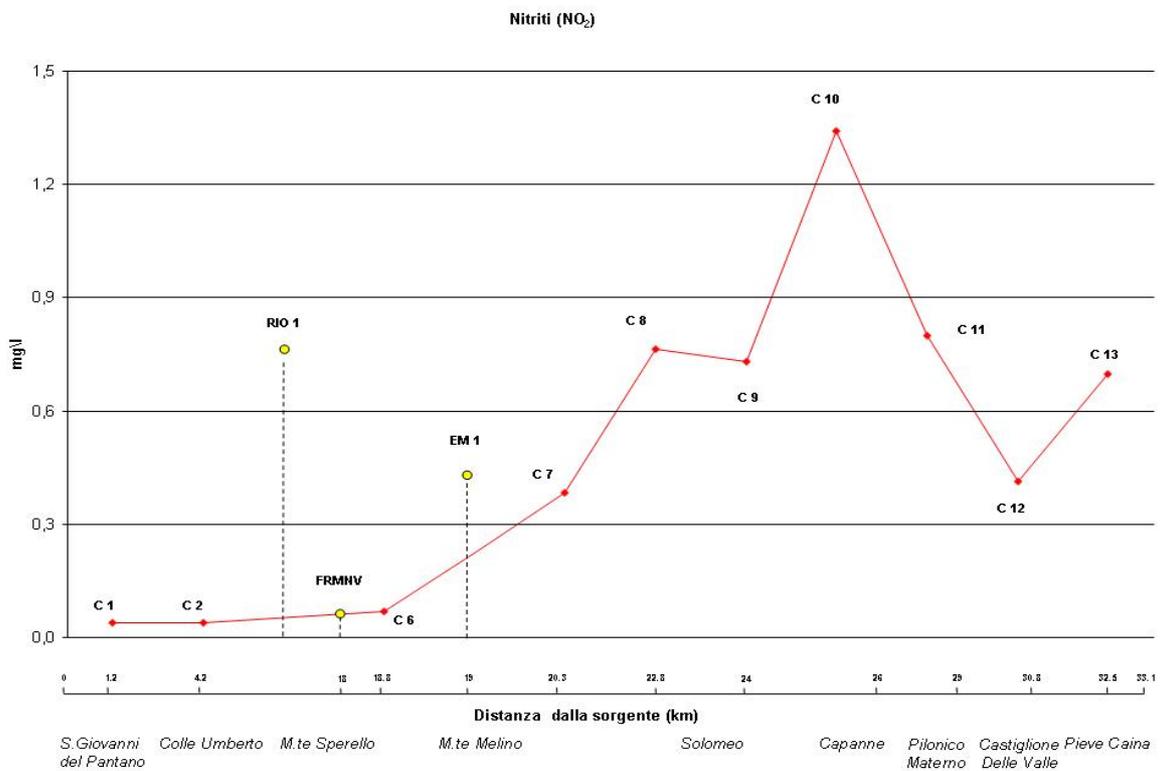


Fig. 5.2.2.2 - Concentrazione di nitriti nelle acque del torrente Caina e degli affluenti Rio, Formanuova e dell'emissario del Trasimeno.

Analogamente alle concentrazioni di ammonio, le concentrazioni di nitriti indicano i massimi di ossidazione batterica dell'ammoniaca in nitrati. Si nota come il punto C10 si trovi a valle di un massimo di ammoniaca con concomitante apice di nitriti e nitrati. Ciò suggerisce per questi ultimi una contaminazione indiretta dovuta all'immissione in alveo di ammoniaca a monte della stazione C9. Come si nota dalle figure riportate anche il fosso Rio è soggetto ad un inquinamento di origine organica: ammoniaca, nitriti e nitrati raggiungono livelli propri di reflui non trattati.

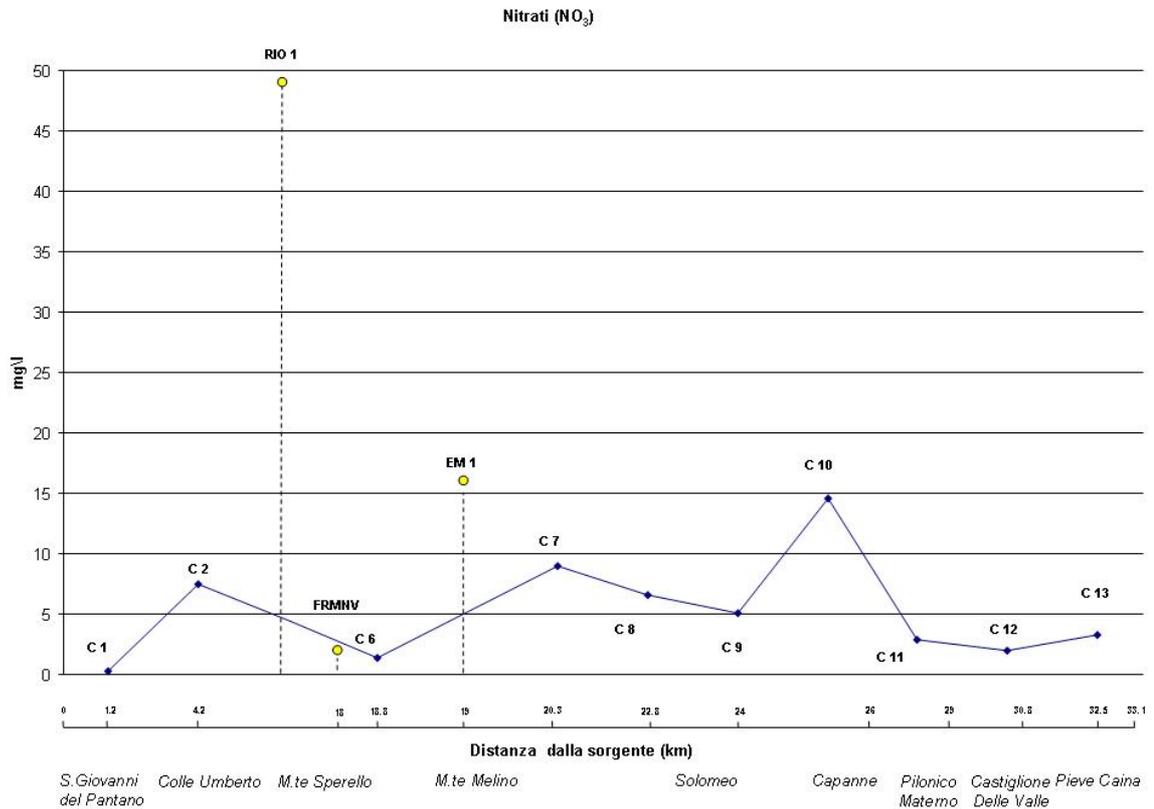


Fig. 5.2.2.3 - Concentrazione di nitrati nelle acque del torrente Caina e degli affluenti Rio, Formanuova e dell'emissario del Trasimeno.

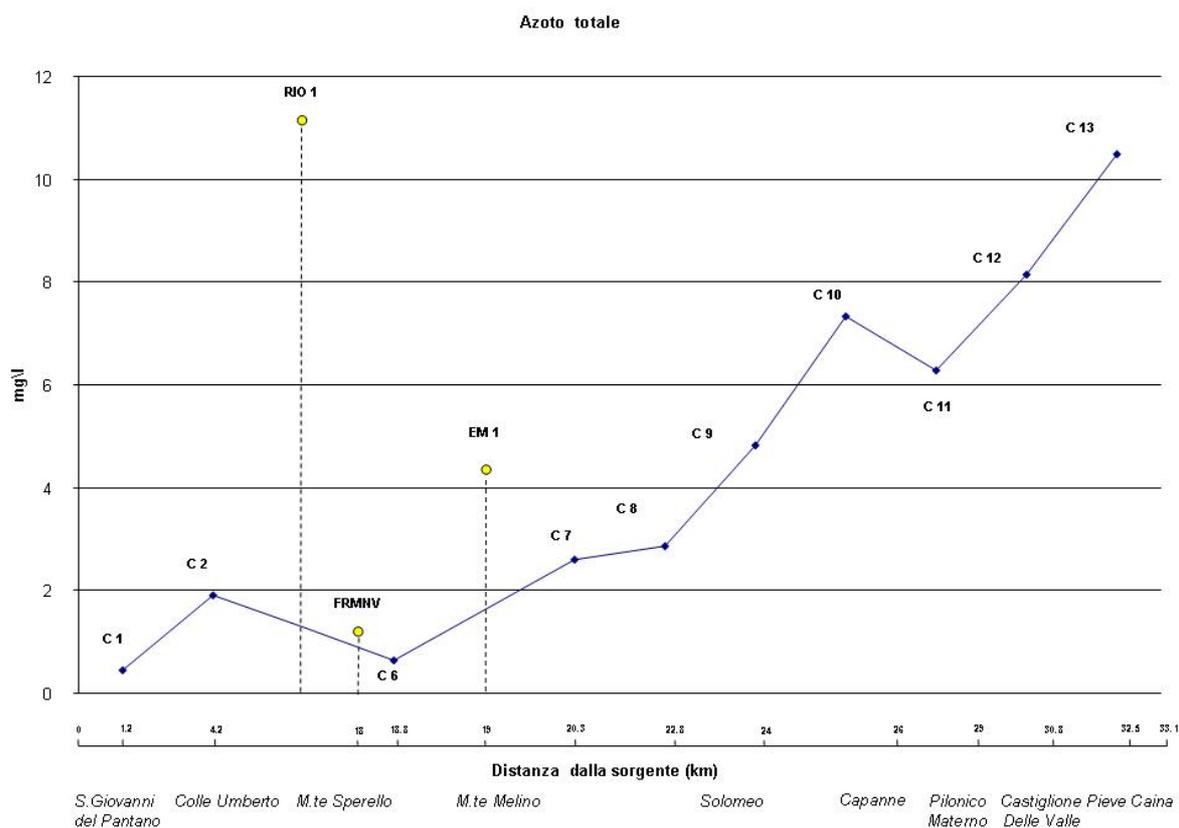


Fig. 5.2.2.4 - Concentrazione di azoto totale nelle acque del torrente Caina e degli affluenti Rio, Formanuova e dell'emissario del Trasimeno.

Le concentrazioni di fosforo totale nelle acque del Caina, dalla confluenza dell'emissario del Trasimeno (EM 1) fino all'immissione nel fiume Nestore, sono piuttosto elevate. Vi sono fondamentalmente due punti fortemente critici, ravvisabili dalla fig. 5.2.2.5; il primo punto critico è rappresentato dall'emissario del Trasimeno, ove sono state rilevate concentrazioni superiori a 14 mg/l, che condizionano sensibilmente la qualità delle acque del Caina nei campionamenti immediatamente successivi. Il secondo punto critico è rappresentato dal tratto Capanne-Bagnaia-Pilonico Materno, ove le concentrazioni di fosforo totale passano da circa 1 mg/l ad oltre 12 mg/l.

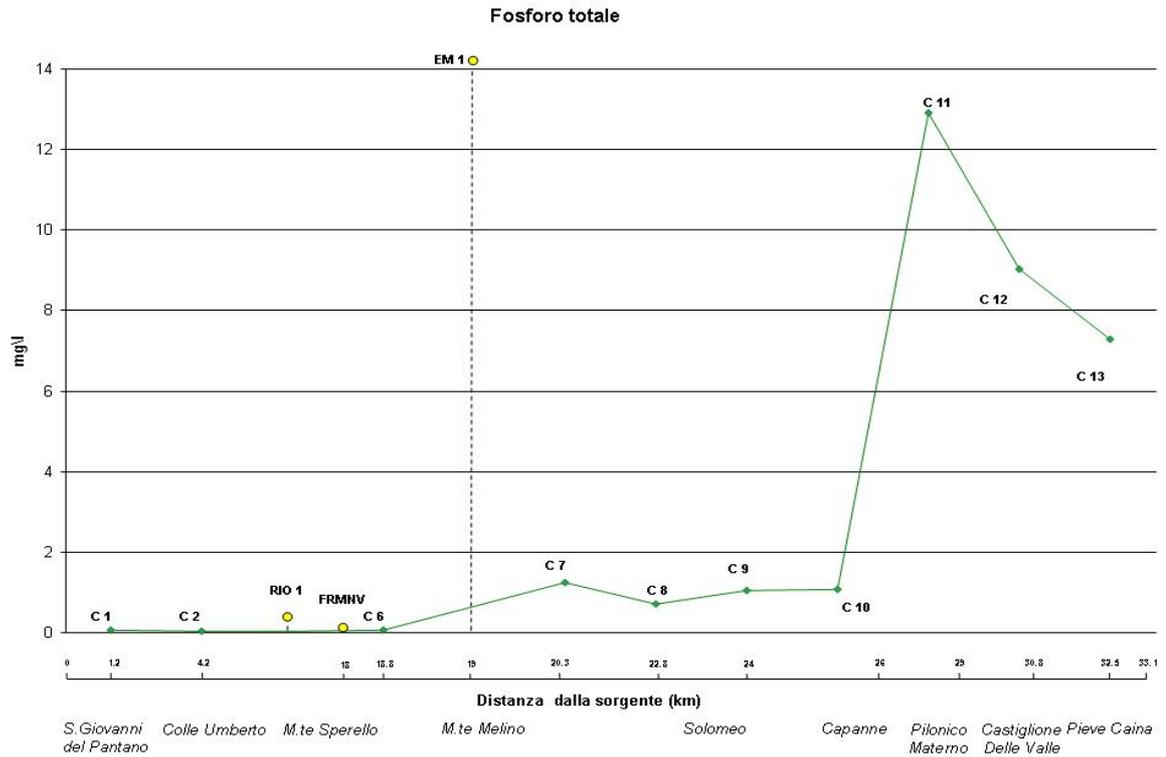


Fig. 5.2.2.5 - Concentrazione di fosforo totale nelle acque del torrente Caina e degli affluenti Rio, Formanuova e dell'emissario del Trasimeno.

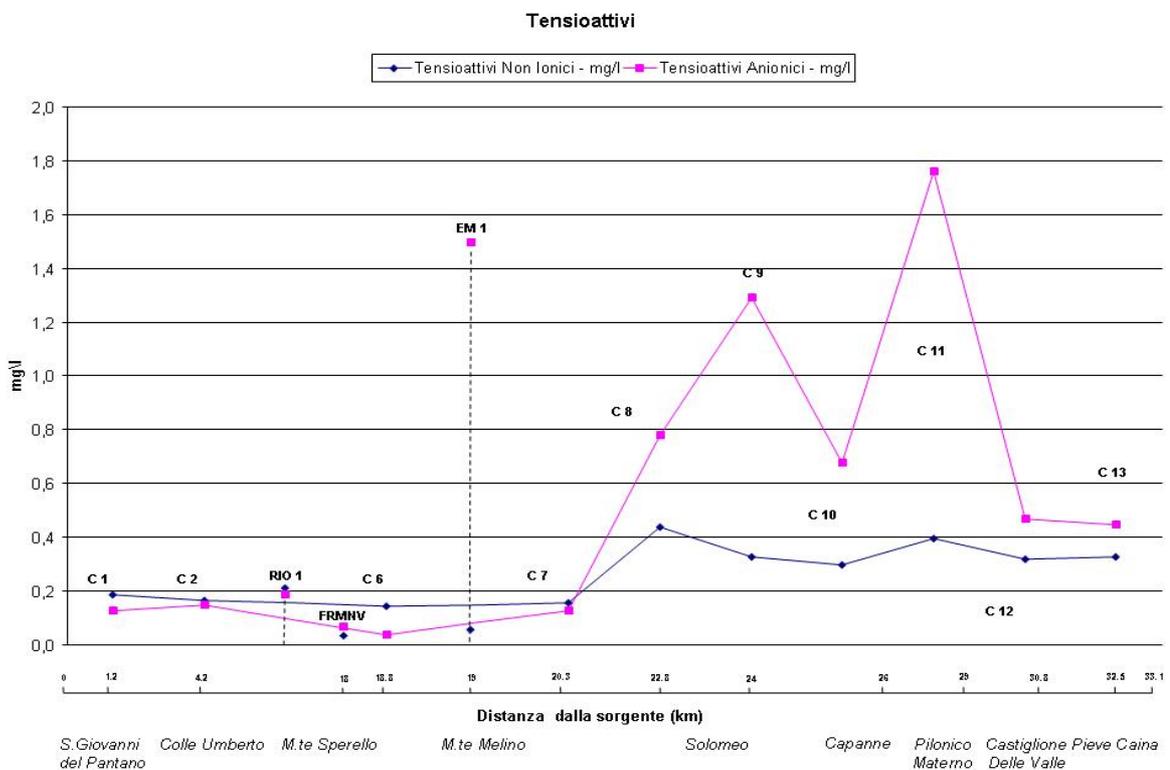


Fig. 5.2.2.6 - Concentrazione di tensioattivi nelle acque del torrente Caina e degli affluenti Rio, Formanuova e dell'emissario del Trasimeno.

Anche l'andamento delle concentrazioni di tensioattivi confermano un forte degrado delle acque nel tratto medio-finale del Caina, a partire dalla zona di Montemelino, ad opera di reflui di origine presumibilmente civile (fig. 5.2.2.6).

Per quanto riguarda il COD, il torrente Caina presenta una situazione particolarmente delicata nella porzione centrale e in quella finale del suo corso, mostrando un apice nel punto di prelievo C9 in località Solomeo. A monte del punto di prelievo, oltre all'abitato di Solomeo, è presente anche un impianto zootecnico. Inoltre, come illustrato in seguito, il punto C9 mostra un apice anche per la concentrazione di *Escherichia coli*, nonché la presenza di schiuma in sospensione.

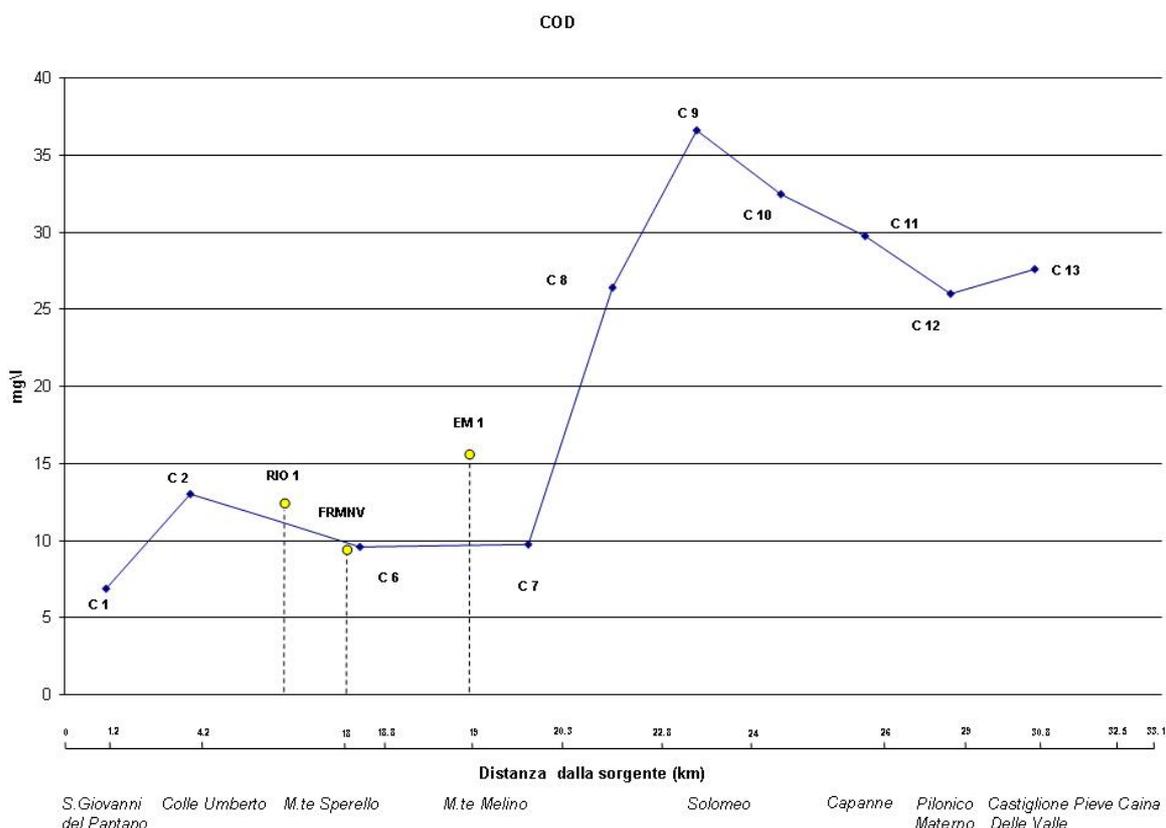


Fig. 5.2.2.7 - Concentrazione di COD nelle acque del torrente Caina e degli affluenti Rio, Formanuova e dell'emissario del Trasimeno.

La presenza di fenoli nelle acque superficiali del Caina, come discusso precedentemente, potrebbe essere in parte di origine naturale. Vi è tuttavia un picco fortemente anomalo rilevato nel primo punto di campionamento, a circa 1.5 km dalla sorgente, in un'area non urbanizzata e prevalentemente boschiva, in cui sono presenti solo alcune strutture ricettive turistiche e zone a pascolo.

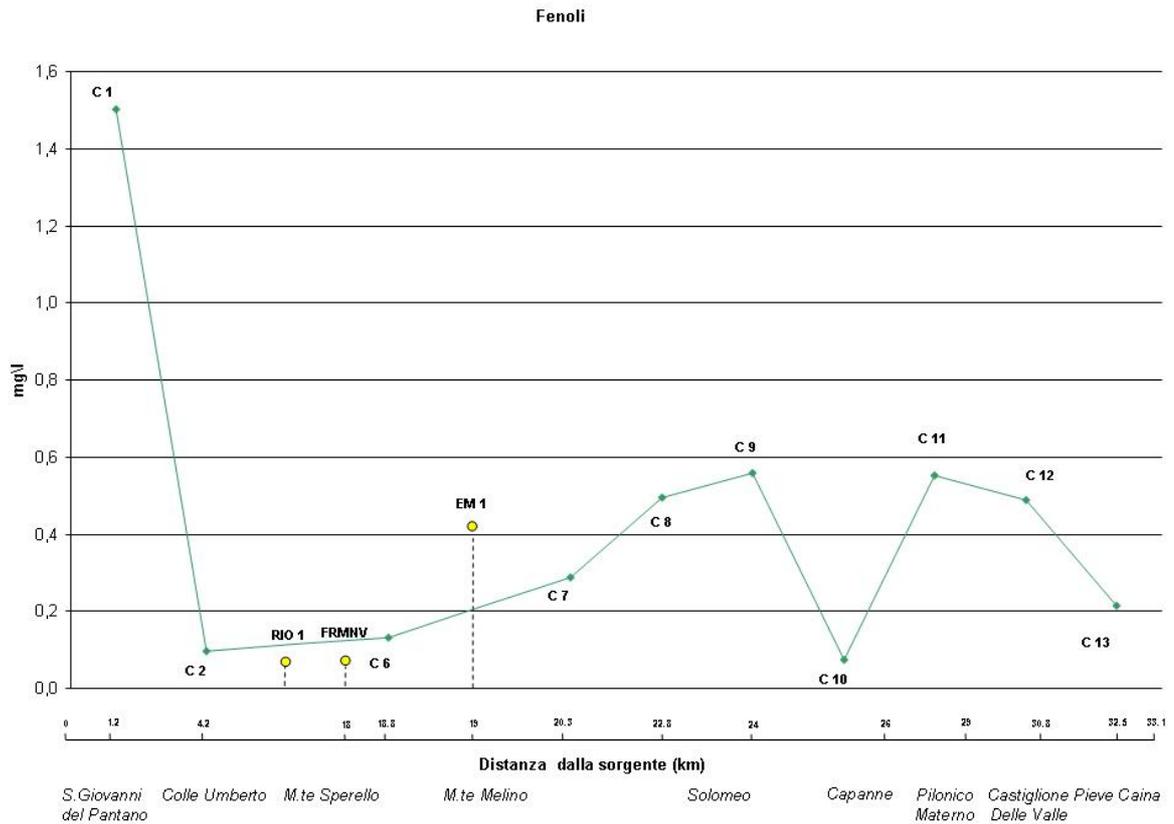


Fig. 5.2.2.8 - Concentrazione di fenoli nelle acque del torrente Caina e degli affluenti Rio, Formanuova e dell'emissario del Trasimeno.

5.2.3 Analisi microbiologiche

In figura 5.2.3.1 sono illustrate le concentrazioni di Escherichia coli in forma logaritmica; le concentrazioni maggiori si riscontrano nel tratto centrale e finale, dal punto di prelievo C8, in località Solomeo, fino alla confluenza con il Nestore.

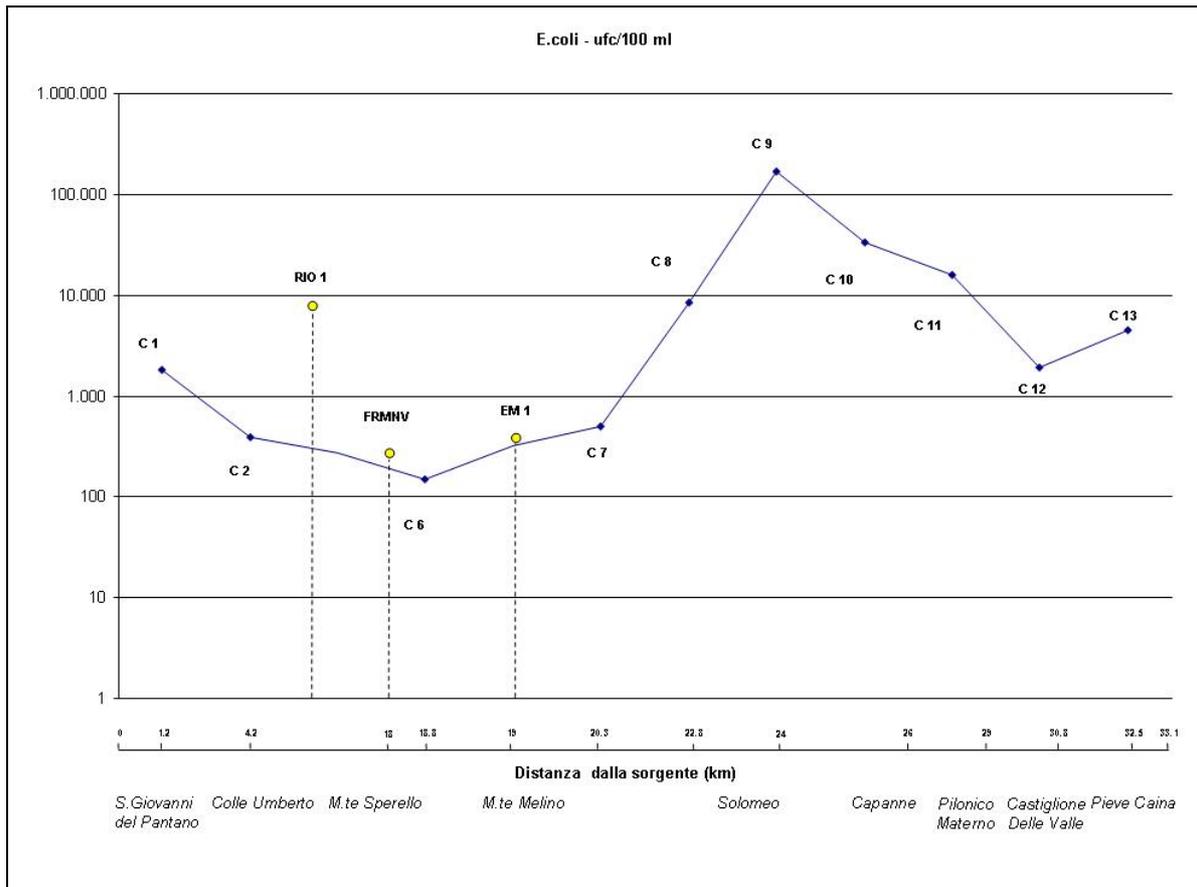


Fig. 5.2.3.1 - Escherichia coli nelle acque del torrente Caina e degli affluenti Rio, Formanuova e dell'emissario del Trasimeno.

6 Conclusioni

Nei periodi Giugno-Settembre 2009 e Gennaio 2009-Febbraio 2010 sono state effettuate due campagne di prelievo ed analisi chimico-fisiche sulle acque superficiali del fiume Nestore.

Il fiume Nestore ha un regime idraulico di carattere torrentizio e lungo l'intero percorso è caratterizzato da opere di captazione-rilascio, da attingimenti connessi all'attività agricola e da sbarramenti artificiali. Tali fattori, oltre ad avere un'influenza diretta sulla portata del fiume, contribuiscono alle variazioni delle condizioni di naturalità dell'ecosistema fluviale. Nei primi giorni del gennaio 2010 si è verificato un evento straordinario di piena che ha rimodellato le sponde, il letto del fiume ed anche il territorio perfluviale.



Fig. 6.1 – Effetti dell’evento di piena. Lo stesso punto di prelievo in località Compignano. Nella foto a destra si notano gli effetti della piena di Gennaio.

Nel periodo estivo, ad eccezione dei torrenti Genna e Caina, gli affluenti del fiume Nestore erano privi d’acqua; anche il Fersinone ed il Faena, tributari di rilievo, erano in secca (fig.6.2).



Fig. 6.2 - Regimi idraulici nelle stagioni estiva ed invernale. In alto il torrente Fersinone ed in basso il torrente Faena, affluenti in destra idrografica del tratto finale del fiume Nestore.

Nelle fasi di campionamento del fiume Nestore è stata individuata la presenza di schiume (fig. 6.3) nel tratto iniziale e nella porzione centrale; l'origine delle schiume non è facilmente identificabile dalle analisi chimiche ma fa ipotizzare la presenza di scarichi di varia natura. Nel punto N8, in località Tavernelle, le concentrazioni di azoto e ammoniaca risultano molto elevate e durante il campionamento si è potuto confermare un odore intenso, tipico del refluo di origine fognaria.



Fig. 6.3 - Schiume rilevate nelle acque del Nestore.

A valle del depuratore di Piegara, nel tratto iniziale del fiume Nestore, è stato individuato un piccolo fosso cui affersce lo scarico proveniente dall'area di una vetreria. Il refluo è caratterizzato da elevati valori di ammoniaca e COD, mentre è praticamente assente l'ossigeno disciolto (fig.6.4).



Fig. 6.4 – Scarichi riscontrati nell'alveo del Nestore.

Un'altra situazione di particolare interesse ben più grave è stata riscontrata nel tratto finale del Nestore, in prossimità del Fosso delle Fornaci (Fig. 6.5). Il fosso si presenta come un canale di scolo di acque reflue non trattate, provenienti da un impianto di sollevamento del depuratore di Marsciano; quest'ultimo, durante la campagna, si trovava in condizione di *by-pass* per lavori di manutenzione. L'aspetto grigio bruno del refluo e i valori di conducibilità (prossimi ai 3 mS/cm) e ossigeno disciolto (praticamente assente), potrebbero indicare un'origine composita del refluo, con contributi di varia natura e provenienza.



Fig. 6.5 - Il fosso delle Fornaci recapita reflui inquinanti direttamente nell'alveo del fiume Nestore.

Le concentrazioni dei nutrienti (azoto e fosforo) e delle sostanze xenobiotiche tendono ad aumentare dalla sorgente alla confluenza con il Tevere, con incrementi repentini in corrispondenza di alcune immissioni puntuali (scarichi, affluenti, fossi).

Come illustrato nel paragrafo 3.1, alcuni punti di prelievo (N23, N25 e N11) sono stati sovrapposti alle stazioni utilizzate nel monitoraggio delle acque superficiali ai fini del D.L. 152/06, denominate Nes1, Nes2 e Nes3, localizzate rispettivamente nel centro urbano di Marsciano (Nes1), a monte della confluenza con il fiume Tevere (Nes2) e a valle della confluenza con il tributario Cestola. Utilizzando i dati pregressi di queste stazioni (dal 2000 in poi), sono state effettuate le medie stagionali dei singoli analiti, per operare un confronto con le informazioni raccolte nell'ambito di questo lavoro. La stazione Nes1, cui è sovrapposto il punto di prelievo N23, è caratterizzata da una certa omogeneità dei valori stagionali storici di COD, azoto, fosforo e la presenza di *Escherichia coli*.

Confrontando i valori stagionali della stazione Nes2 e i dati relativi al punto di prelievo N25, emerge come la presenza di *Escherichia coli* a valle dell'abitato di Marsciano sia decisamente superiore rispetto alle medie stagionali degli ultimi anni. Tale fenomeno potrebbe essere imputabile all'apporto temporaneo di materiale inquinante dal Fosso delle Fornaci (reflui non trattati provenienti dalla rete fognaria per stato di bypass del depuratore di Marsciano).

Il confronto tra i dati relativi alla stazione Nes3 e quelli del punto di prelievo N11 sembrano indicare, stagionalmente, una situazione migliore per il 2009 in merito alla concentrazione di COD, azoto e fosforo.

Per quanto riguarda gli affluenti principali, solo i torrenti Caina e Genna sono stati campionati ed esaminati in dettaglio. Il torrente Caina e Genna hanno un apporto di nutrienti molto elevato e dal confronto dei punti prelevati a monte e a valle della confluenza, risulta evidente il peggioramento qualitativo indotto sulle acque del Nestore.

I dati relativi alle analisi chimiche denotano uno stato preoccupante del fiume Nestore, sia nel tratto iniziale (a ridosso degli abitati di Macereto e Tavernelle), sia in tutto il tratto medio e finale, a partire dall'immissione del Caina fino alla confluenza con il Tevere. In queste aree i valori di azoto ammoniacale, nitrati, COD e fosforo denunciano un forte degrado dello stato di qualità ambientale.

L'intero ambiente fluviale è sottoposto ad una pressione antropica rilevante, soprattutto nelle zone in cui il corso del fiume è limitato da colture che si spingono fino agli argini; l'incremento delle superfici destinate ad uso agricolo causa una notevole riduzione o scomparsa delle fasce di vegetazione perifluviale e, di conseguenza, un aumento dell'erosione e del trasporto di sedimenti e nutrienti.

Il quadro ambientale complessivo del fiume Nestore e dei suoi affluenti, deducibile dalle conclusioni sopra esposte, denota una condizione di degrado generalizzata che necessita di interventi mirati. Lo sviluppo urbano ed agricolo che ha interessato il settore centrale e finale del fiume ha inciso pesantemente sulla qualità del corso d'acqua, divenuto il ricettacolo delle attività

presenti nella zona. Sono emerse realtà locali, ravvisate nel corso della campagna di monitoraggio, che mostrano una generale noncuranza nei confronti del fiume e dell'ecosistema che lo caratterizza. Inoltre, è stata rilevata la presenza diffusa di rifiuti solidi (materiali edili, amianto, ecc.). Anche dal punto di vista agricolo, la presenza di campi lavorati che si spingono immediatamente a ridosso delle rive, altera profondamente la struttura e composizione delle fitocenosi legate all'ambiente acquatico.



Fig. 6.6 - Rifiuti presenti sulle sponde del fiume Nestore, sistema di attingimento artigianale con fuoriuscita di carburante, residui di materiali contenenti amianto.

Il miglioramento della situazione ambientale non può prescindere dall'eliminazione degli scarichi presenti nel reticolo fluviale. Questa misura richiede uno studio specifico volto ad identificare i centri abitati, le case sparse e le aziende che, direttamente o indirettamente, recapitano reflui non trattati direttamente nel reticolo idrografico, cui dovrà seguire un piano attuativo per il collettamento dei reflui agli impianti di depurazione esistenti e/o da realizzare.

L'eliminazione dei fattori di degrado non è sufficiente, da sola, al ripristino di uno stato ambientale qualitativamente accettabile per il fiume Nestore. Vi sono situazioni che non possono

essere migliorate senza interventi diretti da parte delle amministrazioni interessate, quali la rimozione dei rifiuti solidi in alveo e il ripristino delle fasce tampone attraverso tecniche di ingegneria naturalistica (formazioni arbustive o arboree ripariali) che possano contribuire all'abbattimento dei nutrienti di origine agricola, alla stabilizzazione delle sponde fluviali e a favorire la reintroduzione di microhabitat per le biocenosi acquatiche.

Infine, sarebbe auspicabile un'azione di controllo sugli attingimenti diretti dal reticolo fluviale, anche se essi non costituiscono direttamente un fattore di degrado, per valutarne l'entità complessiva e l'eventuale impatto sull'ecosistema acquatico.