APPLICAZIONE DELL'INDICE DI FUNZIONALITÀ FLUVIALE AD UN SETTORE DEL FIUME VOLTURNO (CAMPANIA)

D. RUBERTI (*), M. VIGLIOTTI (*), P. BICCARDI (*), A. E. CATALANOTTI (*), N. GRASSI (*)

(*) ***Dipartimento di Scienze Ambientali, Seconda Università degli Studi di Napoli, via A. Vivaldi 43, 81100 Caserta***,
tel 0823274656, fax 0823274605, e-mail: marco.vigliotti@unina2.it

Riassunto

L'Indice di Funzionalità Fluviale (IFF) costituisce la graduale ma continua evoluzione dei metodi di studio e controllo dei corsi d'acqua che si limitavano, inizialmente, alla valutazione delle sole caratteristiche chimico-microbiologiche del campione d'acqua, come l'Indice Biotico Esteso (GHETTI, 1997), divenuto parametro obbligatorio per l'applicazione del D.Lgs. 152/99.

Il presente studio propone l'applicazione dell'IFF ad un tratto del Fiume Volturno compreso tra i comuni di Ruviano e di Capua (Prov. di Caserta), per una lunghezza complessiva di circa 40 Km, con l'obiettivo di valutare l'applicabilità di tale metodologia e, contestualmente, sperimentarne l'applicazione stessa.

Le analisi sono state condotte avvalendosi delle funzioni di un Sistema Informativo Territoriale (SIT) creato per gestire serie cartografiche multitemporali e dati provenienti da rilievi di campo, realizzati nel periodo di giugno-luglio 2006.

Nonostante costituisca un risultato preliminare, la funzionalità del tratto di fiume preso in esame risente dell'intensa attività agricola praticata nel territorio circostante (domanda 1), sebbene sia in parte tutelata dalla presenza di una moderata fascia di vegetazione perifluviale (domande 2, 3, 4, 6) e da una leggera meandrizzazione (domanda 11). In media la funzionalità dell'intera area risulta essere mediocre: giudizi di funzionalità buoni sono attribuiti al tratto di monte della confluenza con il Fiume Calore, mentre, complessivamente, si osserva un peggioramento della funzionalità del corso d'acqua procedendo da monte verso valle.

Abstract

The Fluvial Functionality Index (IFF) rapresents the gradual but continuous evolution of methods able to study water courses, that once were limited to the evaluation of the chemical and microbiological characteristics of the water sample, such as the Extended Biotic Index (GHETTI, 1997), which as become an obligatory parameter since the D.Lgs. 152/99.

The present study proposes the application of IFF to a tract of the Volturno River between the Comune of Ruviano and the Comune of Capua (Province of Caserta), with a total lenght of about 40 Km, with the aim to assess the applicability of this method and, at the same time, to test it.

The analysis have been done with the aid of the functions of a geographic information system created to manage multitemporal cartographic series and field reliefs data, that have been conducted in june-july 2006.

Although it is a preliminary result, the functionality of the tract of the river taken in exam suffers from the intense agricoltural activities practiced in the surrounding territories (question 1), though it is partly preserved by the presence of a moderate perifluvial vegetation belt (questions 2, 3, 4, 6) and by a light meandrization (question 11). On average, the functionality of the entire tract is scarce, although a better functionality was reached by the tract of the river before the confluence of the Calore River. On the whole, a worsening/aggravation of the functionality of the river toward the alluvial plain has been recorded.

Premessa

L'IFF si basa sulla descrizione di parametri morfologici, strutturali e biotici, rispetto ai quali viene rilevata la funzione del fiume ad essi associata e viene valutato il grado di allontanamento dalla condizione di massima funzionalità, che è legata alla capacità di ciclizzazione e ritenzione della sostanza organica, alle relazioni trofiche tra gli organismi viventi, allo svolgimento di funzioni ecotonali, al contributo alla diversità ambientale e alla biodiversità, al ruolo svolto come corridoio ecologico e come regolatore del trasporto solido.

L'obiettivo principale dell'indice consiste nella valutazione dello stato complessivo dell'ambiente fluviale e della sua funzionalità, intesa come risultato dell'integrazione di una serie di fattori biotici e abiotici presenti nell'ecosistema acquatico e in quello terrestre ad esso collegato. Obiettivi secondari, ma non meno importanti, sono legati ai criteri di gestione del fiume e del territorio: rilevamento dello stato di "salute" di un corso d'acqua, individuazione di tratti di corsi d'acqua ad alta valenza ecologica come supporto per una politica di conservazione degli ambienti più integri, individuazione di tratti degradati per una programmazione di interventi di ripristino dell'ambiente fluviale, valutazione dell'impatto di determinate opere e l'efficacia di interventi di risanamento.

L'applicazione dell'IFF, infatti, fornisce non solo valutazioni sui diversi gradi di funzionalità fluviale, individuando momenti di problematicità ambientale e probabili cause, ma anche precise indicazioni utili ad orientare gli interventi di riqualificazione, di progettazione e pianificazione urbanistica e territoriale, di scelte di politica ambientale, stimandone preventivamente l'efficacia.

Il presente studio, realizzato presso il laboratorio di Cartografia Territoriale del Dipartimento di Scienze Ambientali della Seconda Università degli Studi di Napoli, nasce dall'esigenza di ampliare e migliorare le conoscenze relative al principale corso d'acqua della Campania, il F. Volturno, per avviare una corretta gestione delle attività di salvaguardia del fiume e del territorio ad esso circostante.

Inquadramento territoriale

Il Fiume Volturno ha origine sul versante sud-orientale del Monte Metuccia, nei Monti della Meta, in Abruzzo. Con una lunghezza di 175 Km, ed un bacino idrografico di 5455 Km^2, rappresenta il corso d'acqua più importante dell'Italia meridionale.

Il corso del fiume ha subito sostanziali modifiche a seguito dell'innalzamento, nel Pleistocene medio, dell'edificio vulcanico di Roccamonfina e della messa in posto dei prodotti della sua successiva attività, protrattasi fino a 39000 anni fa (Devoto, 1965).

Le campagne intorno al fiume furono coltivate e abitate già in età romana (Crimaco, 1991), grazie alla elevata produttività dovuta a un clima favorevole e ad un'elevata fertilità dei suoli di tipo prevalentemente alluvionale e vulcanico delle regioni perifluviali, che venivano coltivati a vigneti e legumi. Sui suoli caratterizzati da una tessitura fine, a causa della loro impermeabilità, venivano localizzati importanti allevamenti bufalini.

La caratteristica vegetazione azonale delle aree riparali, contraddistinta da fitocenosi a *Salix* sp. e *Populus* sp., risulta compromessa a causa dell'intensa antropizzazione, dovuta alla presenza di insediamenti e coltivazioni fin sulle rive, da attività estrattive e da opere di regimazione. Per alcuni tratti la vegetazione ripariale risulta avere un'ampiezza ridotta o essere completamente assente. Laddove presente, possono essere riconosciute alcune fitocenosi caratteristiche: la comunità riapariale dominata da *Salix* sp. occupa le rive ancora soggette alla forza della corrente, nel qual caso svolge un importante ruolo di consolidamento del substrato alluvionale, oppure occupa aree non più interessate dal corso delle acque; la comunità dominata da *Populus* sp. occupa i terrazzi alluvionali rialzati rispetto al fiume, ma forma boschi poco estesi e spesso sfruttati a ceduo.

A causa dell'elevata antropizzazione sono diffuse anche specie sinantropiche come: *Robinia pseudoacacia* L., *Rubus ulmifolius* SCHOTT, *Urtica dioica* L. (Mingione et al., 2004; Strumia, 2004). Laddove la vegetazione ripariale è sostituita da colture, quelle più diffuse sono l'olivo, la vite, i frutteti, i cereali, i legumi e le noci.

Il tratto di Fiume Volturno preso in esame è quello compreso tra i comuni di Ruviano e di Capua (Prov. di Caserta), per una lunghezza complessiva di circa 40 Km (Fig. 1).
Nella porzione di bacino le litologie affioranti appartengono in gran parte alle successioni di piattaforma carbonatica meso-cenozoiche (calcari e dolomie di età compresa tra il Triassico superiore e il Cretacico superiore) che costituiscono i rilievi montuosi a morfologia più aspra (monti di Durazzano, Monti Tifatini, gruppo del Monte Maggiore); nelle aree collinari affiorano depositi arenaceo-argillosi alto-miocenici ("Argille varicolori" e Arenarie di Caiazzo *Auct.*) che rappresentano il riempimento dell'avanfossa appenninica durante le fasi orogeniche del Miocene superiore (Scarsella et al., 1971; D'Argenio et al., 1973). Le zone maggiormente depresse (conche e valli intramontane) risultano parzialmente colmate da coltri di depositi piroclastici (petrograficamente da trachitici a trachifonolitici) di età pleistocenica, di notevole estensione e talora di considerevole spessore, mentre nelle aree subpianeggianti del fondovalle del F. Volturno sono diffusi depositi alluvionali quaternari (Scarsella et al., 1971).
Il Fiume Volturno presenta, in questo settore, un *pattern* meandriforme, caratteristico delle pianure alluvionali. Nel reticolo idrografico si distinguono un *pattern* parallelo più o meno angolato sui substrati calcarei, con un andamento che segue le principali linee tettoniche, e un *pattern* dendritico sui substrati argilloso-arenacei, caratterizzato da affluenti che si uniscono a corsi maggiori in modo irregolare, con un angolo minore di 90°. Il numero d'ordine del bacino, per il tratto di fiume investigato, è uguale a 6 (Grassi et al., 2006).

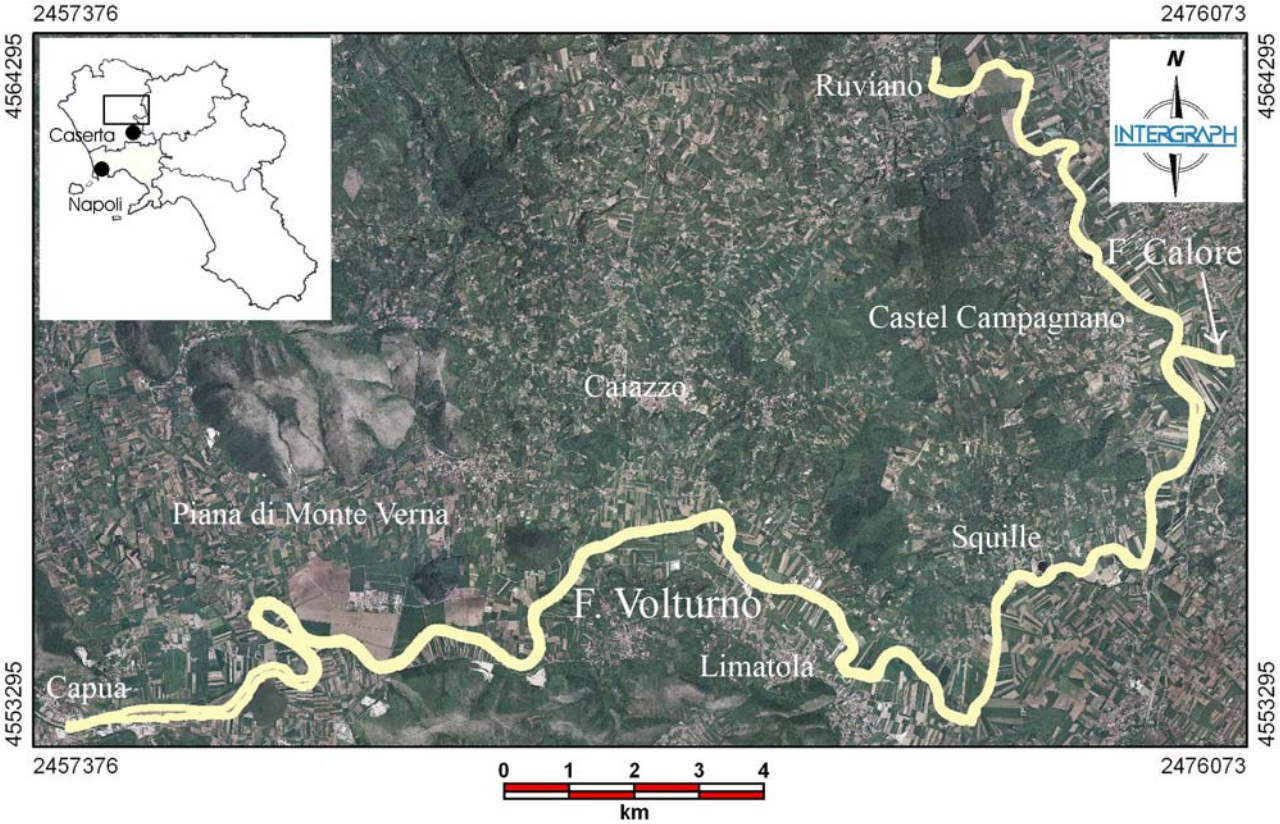

Figura 1. Inquadramento geografico dell'area di studio.

Metodologia

L'approccio metodologico per la definizione dell'IFF prevede la compilazione di schede comprensive di 14 domande che riguardano le principali caratteristiche di un corso d'acqua; a ciascuna domanda sono associate 4 risposte predefinite. Le 14 domande sono suddivise in tre gruppi funzionali che riguardano gli aspetti vegetazionali, geologici ed ecologici. La scheda è fornita, inoltre, di una parte iniziale relativa alle informazioni ambientali di corredo, e un'ultima parte in cui viene riportato il punteggio totale, il livello di funzionalità ed eventuali osservazioni. Sommando i punteggi parziali relativi ad ogni domanda si ottiene un punteggio di IFF caratteristico del tratto rilevato, che va da un minimo di 14 ad un valore massimo di 300. Il punteggio finale viene poi tradotto in 5 Livelli di Funzionalità espressi con numeri romani e corrispondenti a diversi Giudizi di Funzionalità; ad ognuno di questi è assegnato un colore da utilizzare nella rappresentazione cartografica.

Al fine di valutarne la funzionalità, il corso del fiume è stato suddiviso in tratti omogenei individuati sull'ortofotopiano del 1999, ed identificati attraverso un codice alfanumerico di 5 caratteri: le prime tre lettere sono indicative del bacino d'indagine, le successive due individuano il numero progressivo della scheda.Sono state compilate 52 schede di campo, di cui 2 riferite al F. Calore e 50 al F. Volturno; il numero medio di chilometri a scheda è di 1,52.

Il periodo di rilevamento più idoneo per un'applicazione corretta è quello compreso fra il regime idrologico di morbida e quello di magra; nel presente lavoro, le attività di monitoraggio sono state condotte durante i mesi di Maggio e Giugno 2006, percorrendo il corso del fiume da valle verso monte ed osservando entrambe le rive.

Le schede proposte dall'ANPA (2000) costituiscono l'ossatura di un *geodatabase*, di tipo relazionale, progettato e realizzato, tenendo conto dei molteplici aspetti informativi da valutare, al fine di ottenere in maniera semiautomatica (Fig. 2) dati analitici e rappresentazioni cartografiche dell'IFF direttamente in ambiente GIS. La gestione dei dati è stata affidata a Geomedia 5.2 di Intergraph, mentre il SIT è inquadrato nel sistema cartografico nazionale (Gauss – Boaga, Roma 40, fuso est).

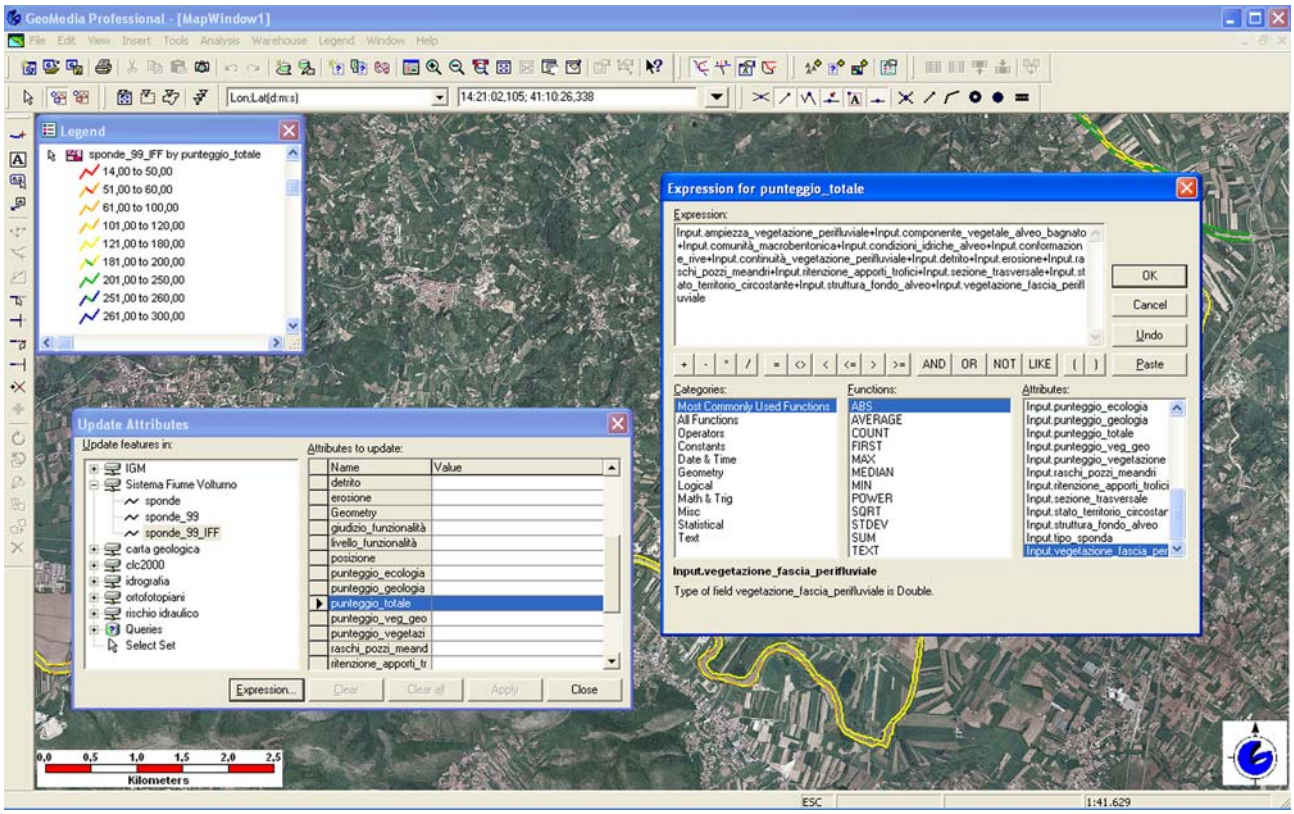

Figura 2. Esempio di compilazione e/o aggiornamento di campi attraverso l'uso di Geomedia.

Infine, accanto all'elaborazione, analitica e cartografica, complessiva dei risultati delle schede, si è ritenuto utile procedere anche ad altre analoghe elaborazioni, valutando separatamente i risultati derivanti da alcuni gruppi funzionali di domande, considerando cioè singolarmente la funzionalità relativa alle caratteristiche vegetazionali, geologiche ed ecologiche, per valutare quale delle componenti influisce maggiormente sull'IFF, per ogni singolo tratto, e quale settore del fiume risulta maggiormente compromesso.

Risultati

Analisi quantitativa

Relativamente al regime idrico, il settore di F. Volturno in esame, presenta carattere prevalentemente laminare; lo stesso scorre in un territorio in prevalenza impiegato a colture stagionali e/o permanenti, arativi misti, più o meno densamente urbanizzati. Le fasce perifluviali sono principalmente primarie, con copertura vegetale in maggioranza arbustiva riparia e/o canneto (54%); sono numerosi anche i tratti privi di vegetazione arborea o arbustiva (33%) (Fig. 3a). La fascia di vegetazione perifluviale, laddove è presente, è sufficientemente ampia (Fig. 3b) e con una buona continuità (42%), sebbene siano ampiamente rappresentati anche i tratti con suolo nudo e/o vegetazione erbacea rada (25%) (Fig. 3c).
Alveo bagnato e di morbida hanno larghezze relativamente simili nell'85% dei casi, il restante 15% presenta fluttuazioni di portata stagionali (Fig. 3d). Le rive sono caratterizzate da vegetazione arborea solo per il 4%, erbe e arbusti per il 52%, sottile strato erboso per il 37%, e rive nude per l'8% (Fig. 3e). Le strutture che assicurano un'efficace ritenzione degli apporti trofici sono scarse (10%), mentre prevalgono le situazioni con fondo mobile e libero con le piene (50%) (Fig. 3f). I fenomeni erosivi sono evidenti soprattutto nelle curve e nelle strettoie (65%) (Fig. 3g) e la sezione trasversale è prevalentemente naturale in tutto il settore di fiume preso in esame. Il fondo dell'alveo risulta quasi sempre movibile a tratti (88%) o, in alternativa, facilmente movibile (12%) (Fig. 3h). Il percorso del fiume si presenta discretamente diversificato con alternanza di situazioni con raschi, pozze e meandri che si alternano in maniera irregolare (50%), e tratti con lunghe pozze che separano corti raschi, o viceversa, e pochi meandri (46%); sono assenti, tuttavia, percorsi raddrizzati (Fig. 3i).
In relazione alla componente vegetale in alveo bagnato si osserva che i tratti con *periphyton* discreto o scarsamente sviluppato con elevata copertura di macrofite tolleranti rappresentano il 65% del totale; il restante 35% è costituito da tratti con *periphyton* discreto con scarsa copertura di macrofite tolleranti o scarsamente sviluppato con limitata copertura di macrofite tolleranti (Fig. 3l). La composizione del detrito è quasi esclusivamente polposa (58%) o fibroso-polposa (42%) (Fig. 3m). Le comunità macrobentoniche sono in prevalenza poco equilibrate e diversificate con prevalenza di *taxa* tolleranti all'inquinamento (58%) e sufficientemente diversificate ma con strutture alterate rispetto a quanto atteso (42%) (Fig. 3n).

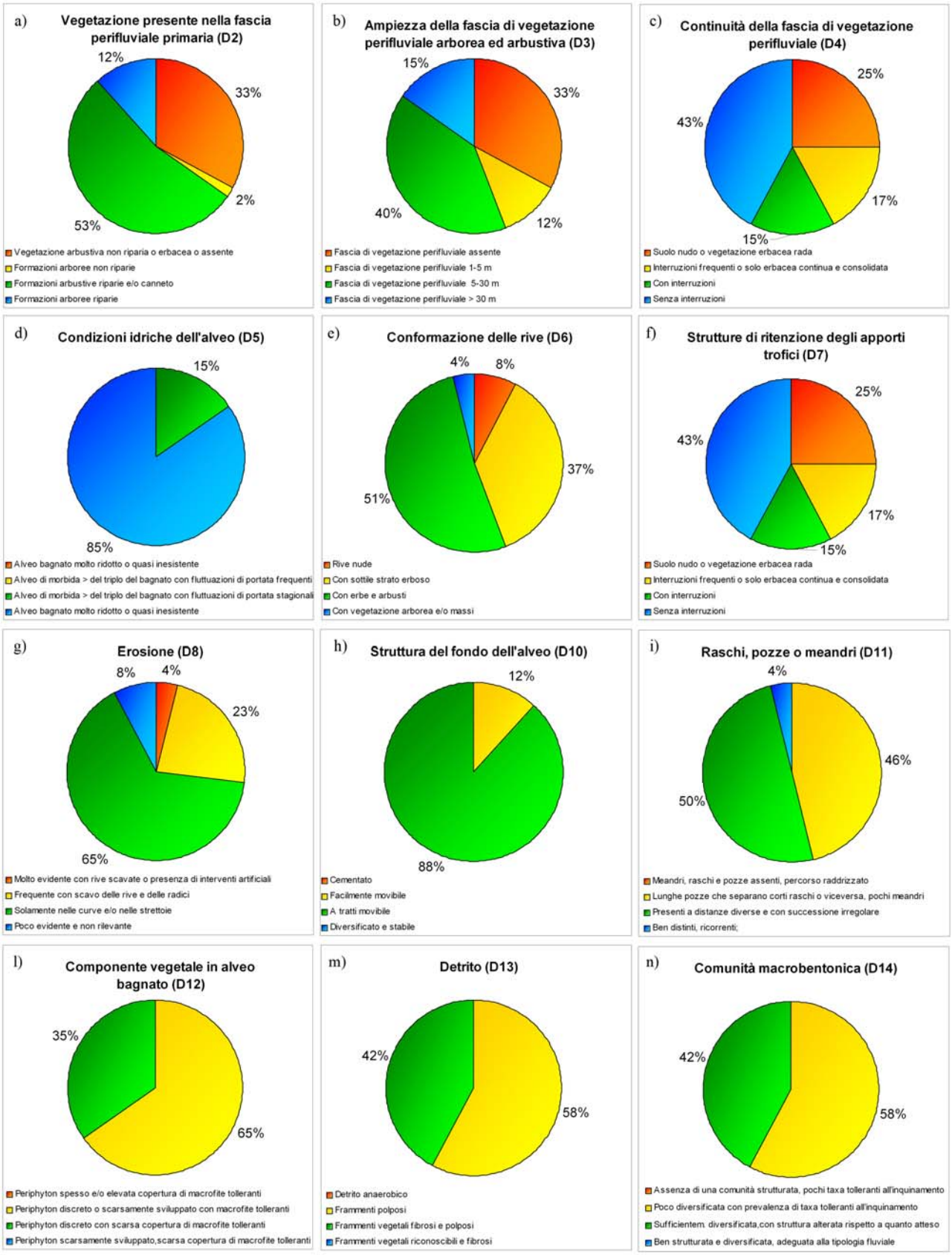

Figura 3. Risultati dell'analisi quantitativa.

Indice di Funzionalità Fluviale

Non vengono mai raggiunti, nell'intera area considerata, i livelli di funzionalità I e I-II (giudizio elevato ed elevato-buono) ed i livelli IV-V e V (giudizio scadente-pessimo e pessimo). A circa il 34% delle rive è stato attribuito il III livello di funzionalità (giudizio mediocre), che rappresenta il livello maggiormente diffuso.

Risultano pochissimi i tratti con un livello di funzionalità II e II-III; in particolare, il punteggio di funzionalità più alto (giudizio di funzionalità buono), si raggiunge presso Ruviano. Da Ruviano a Castel Campagnano, in corrispondenza della confluenza con il F. Calore, dominano i livelli II e III, con giudizi che oscillano tra il buono e il mediocre. Nel settore intermedio, in prossimità di Squille, si alternano condizioni buono-mediocri a mediocre-scadenti. Le condizioni peggiorano notevolmente quando si raggiungono i tratti di fiume in prossimità di Limatola e Biancano, dove c'è una netta prevalenza del giudizio mediocre-scadente. Nell'ultima porzione di fiume considerata si riscontra un generale peggioramento che comporta la predominanza del IV livello: funzionalità fluviale scadente, dove si osservano le maggiori alterazioni morfologiche, l'assenza di vegetazione perifluviale, l'antropizzazione del territorio circostante. In generale, la funzionalità media dell'area di studio risulta essere, dunque, mediocre con giudizi di funzionalità buoni nel tratto a monte che progressivamente peggiora procedendo verso valle (Fig. 4).

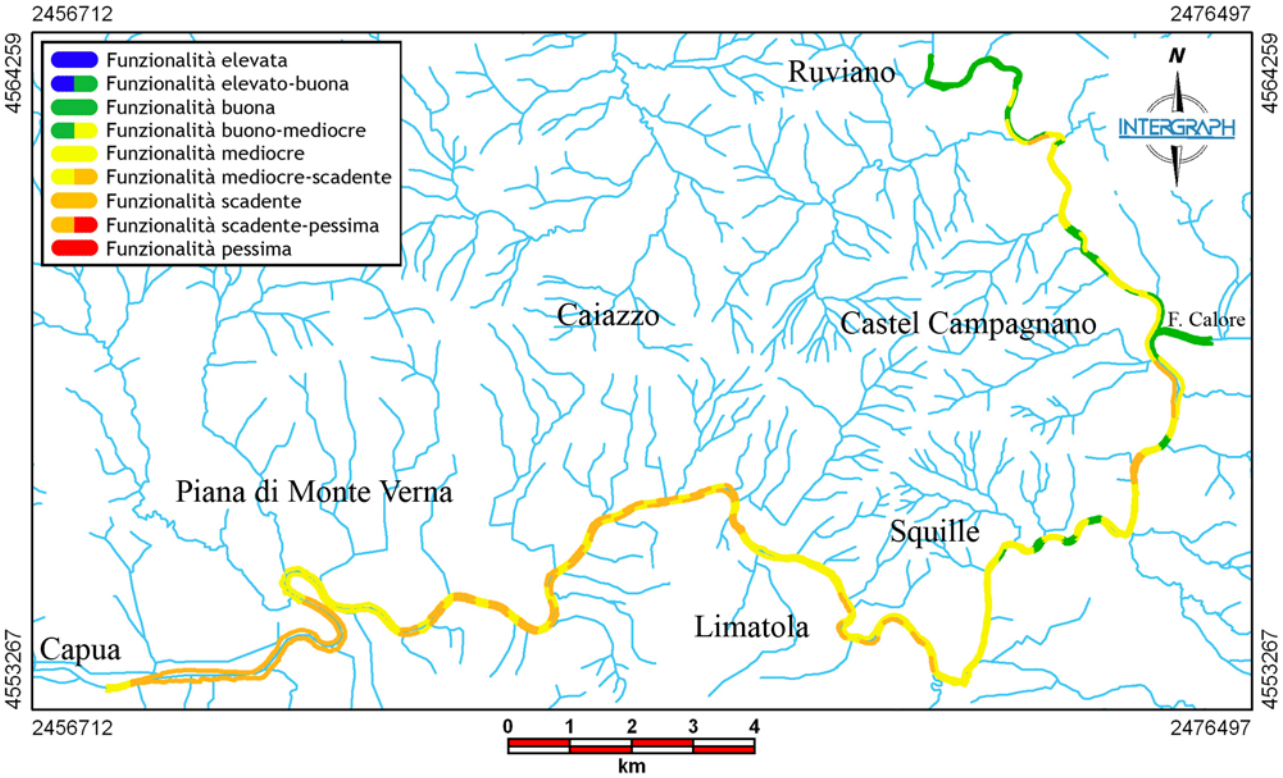

Figura 4. IFF Volturno: variazioni di IFF lungo il tratto di fiume considerato.

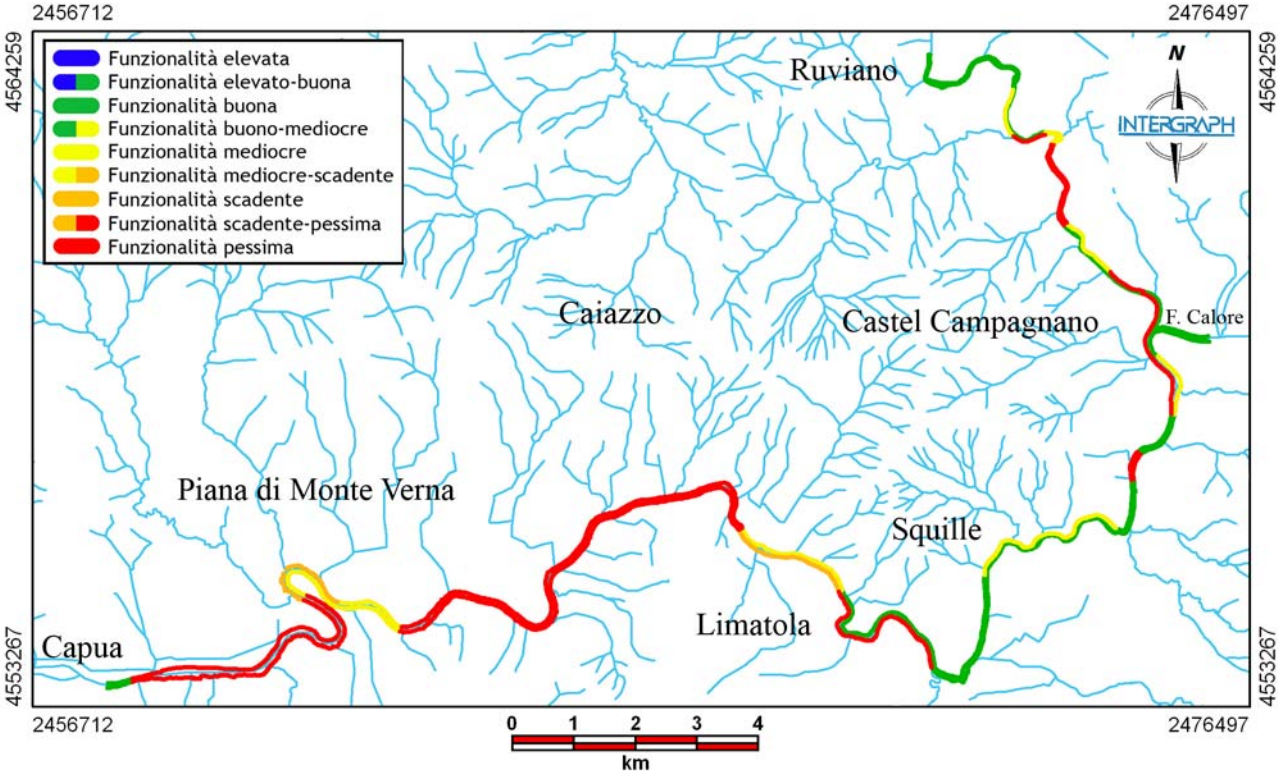

Figura 5. IFF Volturno: caratteristiche vegetazionali.

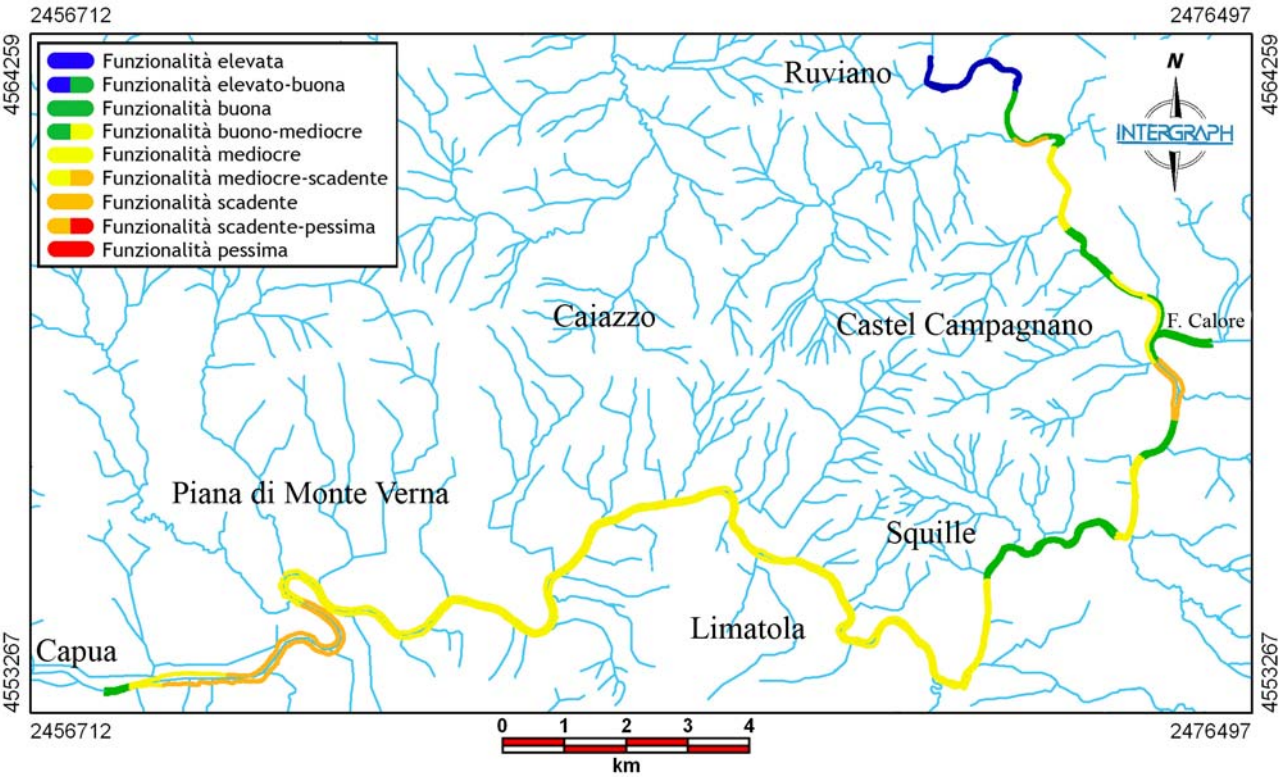

Figura 6. IFF Volturno: caratteristiche geologiche.

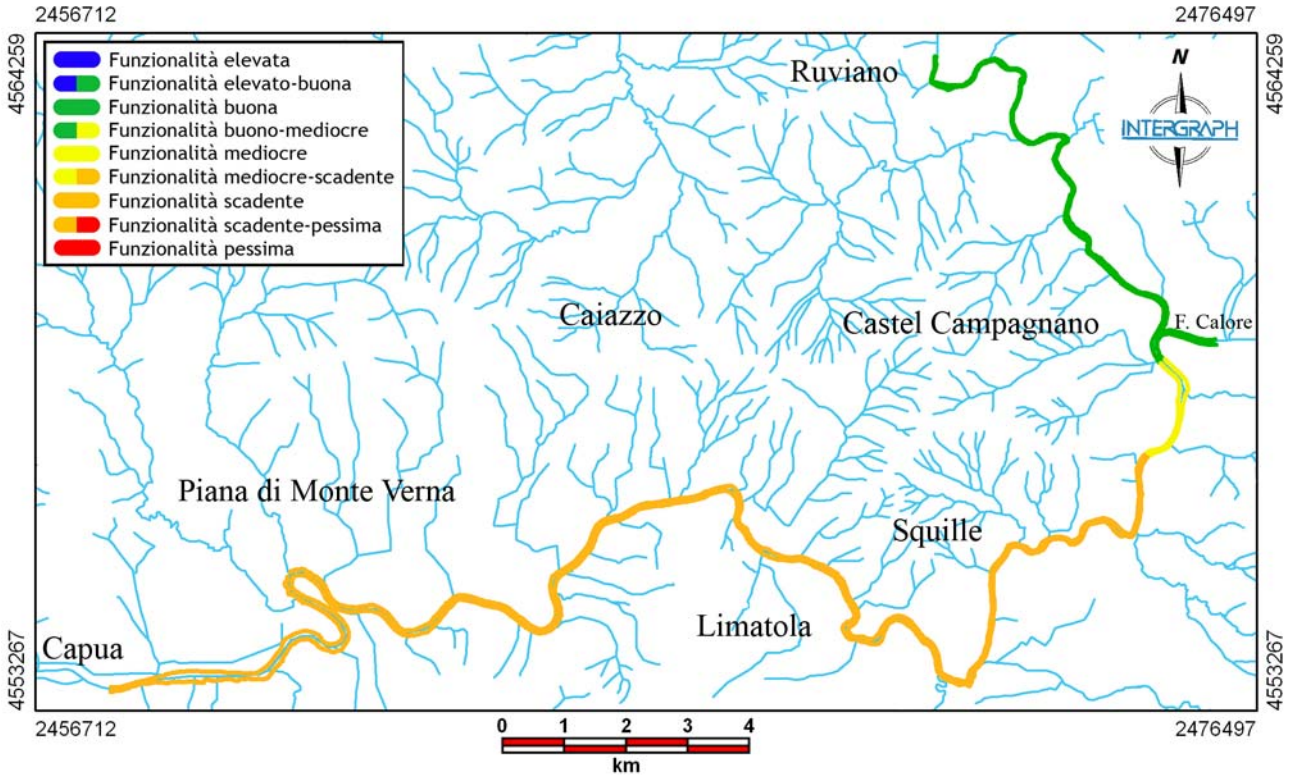

Figura 7. IFF Volturno: caratteristiche ecologiche.

Valutando separatamente i risultati ottenuti dall'indice per le tre componenti si osserva che quella vegetazionale è sicuramente quella con la più scarsa funzionalità per la quale si raggiungono i valori più bassi in particolare da Biancano in poi (Fig. 5). La componente geologica presenta valori buoni presso Ruviano e diminuisce procedendo verso valle, dove nei pressi di Capua, la funzionalità scende a valori scarsi (Fig. 6). La componente ecologica invece si mantiene buona fino alla confluenza con il F. Calore per diminuire progressivamente (Fig. 7).

Conclusioni

L'applicazione dell'IFF evidenzia che solo il 13% del corso investigato risulta possedere un giudizio di funzionalità buono, mentre ben il 42% ha funzionalità mediocre-scadente/scadente. La bassa funzionalità è determinata dall'intensa antropizzazione che ha interessato nella seconda metà del secolo scorso questo tratto di bacino ed inoltre un notevole deterioramento della qualità si riconosce progressivamente a partire dalla confluenza con il Fiume Calore.

La compromessa funzionalità complessiva è da imputare alla scarsa funzionalità delle formazioni vegetali presenti nella fascia perifluviale che comporta un'importante alterazione soprattutto della funzionalità morfologica legata agli aspetti geologici del corso d'acqua.

Tale analisi è particolarmente indicata per programmare interventi di recupero dei tratti maggiormente degradati e, allo stesso tempo, salvaguardare quelli che conservano ancora un'alta valenza ecologica, per ripristinare l'integrità dell'ecosistema fluviale.

A tal fine sono state messe in evidenza le porzioni di fiume che presentano le funzionalità più basse nelle tre componenti (da mediocre-scadente a scadente) (Fig. 8). I dati rappresentati costituiscono un utile strumento di programmazione per individuare le porzioni di fiume che necessitano di interventi di ripristino e recupero, soprattutto a carico della fascia di vegetazione perifluviale.

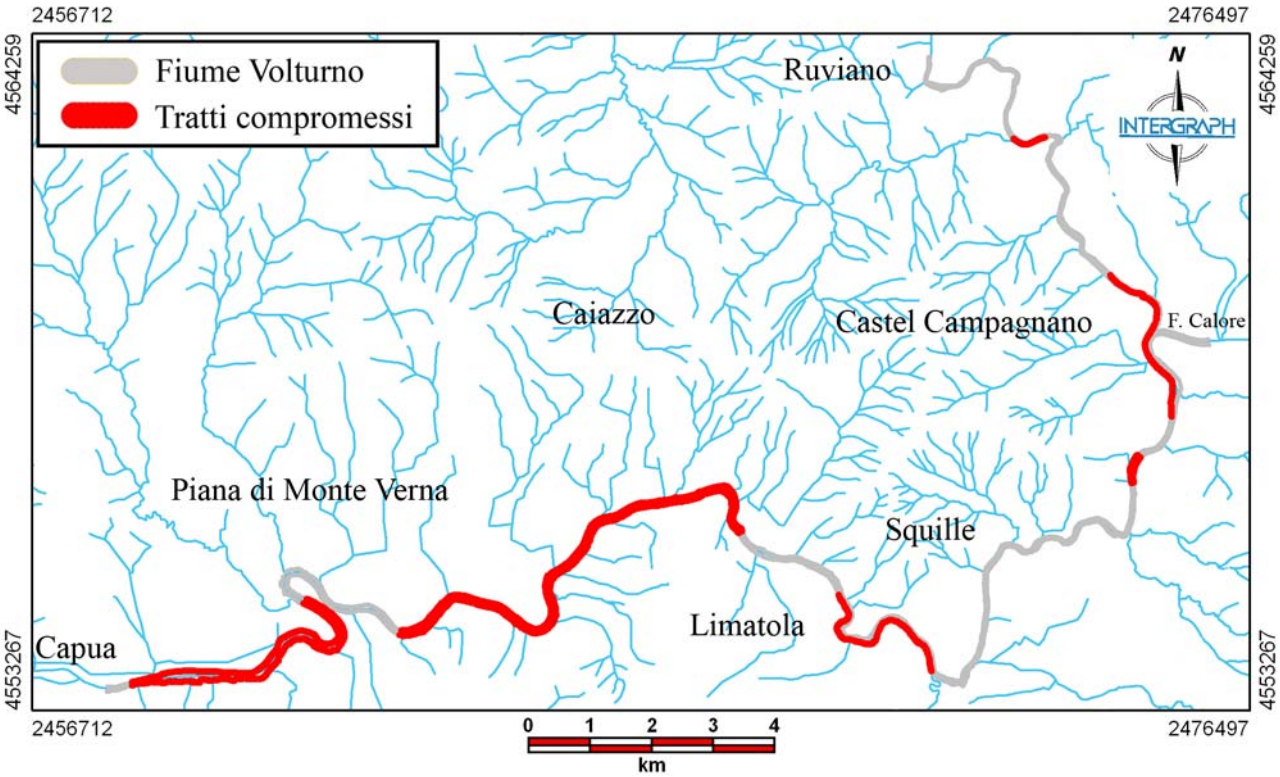

Figura 8. Rappresentazione dei tratti maggiormente compromessi (Funzionalità da mediocre-scadente a scadente).

Bibliografia

A.N.P.A. (2000), *I.F.F. Indice di Funzionalità Fluviale*. Roma. 223 pp.

Crimaco L. (1991), *Volturnum*. Casa Editrice Quasar s.r.l., 5-30

D'Argenio B., Pescatore T. & Scandone P. (1973), *Schema Geologico dell'Appennino Meridionale (Campania e Lucania)*. Estratto dal Quaderno n. **183** Atti del Convegno sul tema: "Moderne vedute sulla geologia dell'Appennino".

Devoto G. (1965), *Lacustrine Pleistocene in the Lower Liri Valley*. Geologica Romana 4: 291–365

Ghetti P.F. (1997), *Indice Biotico Esteso. I macroinvertebrati nel controllo della qualità degli ambienti di acque correnti. Manuale di applicazione*. Provincia autonoma di Trento, pp. 222.

Grassi N., Vigliotti M. & Sirna M. (2006), *Analisi geomorfica quantitativa del bacino idrografico del F. Volturno nel tratto compreso tra Limatola e Triflisco (Appennino meridionale).* Atti della 83° Riunione estiva della Società Geologica Italiana, 221-226, Chieti, 12-16 settembre

Mingione E., Ruberti D., Strumia S. & Vigliotti M. (2004), *Cartografia storica e sistemi GIS per lo studio dell'evoluzione dei caratteri fisici ed antropici del territorio. Il caso di Capua (CE)*. Il Quaternario, **17** (2/2), 629-642.

Scarsella F., Bergomi C. & Manganelli V. (1971), *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla Scala 1:100.000. F° 172 Caserta e in appendice Vulcano di Roccamonfina (Fogli 160-161-171-172)*. Servizio Geologico d'Italia, pp. 122. Roma.

Strumia S. (2004), *Contributo alla conoscenza delle cenosi forestali riparali del fiume Volturno (Campania)*. Delpinoa, n.s. **46**, 63-70