

Analisi degli invasi collinari ad uso plurimo nel bacino del torrente Senio

di Claudio Cavazza - Sebastiano Correggiari - Donatella Pavanelli

Introduzione e obiettivi

L'analisi della risorsa idrica a livello di bacino idrografico, delle sue molteplici potenzialità ed usi, è essenziale per ottenere una base dati organica a supporto dei processi decisionali che i vari enti competenti per territorio sono tenuti a sviluppare, per garantirne la tutela e la conservazione¹. A tale scopo, lo studio che si presenta vuole proporre una metodica per l'analisi della risorsa "acqua" a livello di bacino, con l'obiettivo finale di arrivare a fare una stima del bilancio idrico in funzione degli usi agricolo-zootecnici, della loro evoluzione nell'ultimo trentennio e delle reci-

Fig. 1 - Immagine da satellite di una porzione del bacino del torrente Senio, ORTOSAT 2003.

Foto satellitare 2003
Stralcio a scala 1:25.000

Riolo Terme

TAB. 1 - CAMPI DELLA TAB. "DATI AMMINISTRATIVI" COLLEGATA A CIASCUN INVASO NELL'ARCHIVIO INFORMATICO DEL GIS

ID	numero di identificazione dell' invaso fotointerpretato.
N_pratica	numero di pratica dell' ufficio competente per territorio e periodo; per l' STBFR esiste la tipologia L- 349 che fa riferimento alle pratiche per le valutazioni anti-sismiche, e la data della presentazione della pratica; per l' STBR il numero di pratica è della tipologia 2003- 4 (anno + numero pratica di quell' anno).
Ufficio	indica l'ufficio dove si trova la pratica (STBFR o STBR dal 2002 in poi), per gli invasi senza riferimenti d' archivio ma identificati nella mappatura del 1972 viene usata la dizione: database volo72, per gli invasi senza riferimenti d' archivio ma segnalati dalle autorizzazioni attingimenti dell' AdBR viene usata la dizione: indicazione AdBR.
Comune	indica il comune in cui è ubicata l'opera.
Località	indica la località e la via dove è ubicata l' opera.
Foglio_cat, Mapp_cat	sono i riferimenti catastali individuati.
Nominativo	indica gli estremi di chi ha richiesto l' autorizzazione per la realizzazione dell' opera; può essere un nominativo di persona fisica o giuridica, il nome di un' azienda agricola, consorzi irrigui o la Comunità Montana.

proche iterazioni. Senza tralasciare la valutazione dell'impatto che l'uso e l'abuso intensivo della risorsa idrica, può avere anche sull'assetto idrogeologico del territorio.

In seguito a queste considerazioni, sollecitati dall'interesse degli enti istituzionali (Autorità di Bacino Reno, Servizio Tecnico Bacino Reno, Direzione Generale Ambiente, Difesa, Suolo e Protezione Civile della Regione Emilia Romagna) si è affrontato lo studio e la messa a punto della metodologia atta a fornire le informazioni e conoscenze necessarie alla fase decisionale e programmatica della gestione delle acque.

Tra gli affluenti del fiume Reno, il Bacino del Senio² presenta condizioni particolarmente compromesse infatti, oltre ad essere classificato tra le zone a rischio idrogeologico e di desertificazione, è caratterizzato da uno sviluppo agricolo intensivo ad indirizzo orto-frutticolo, combinazione di fattori che sta generando uno squilibrio nel bilancio idrico tale da compromettere le funzionalità della rete idrografica e della stessa attività agricola. In seguito a tali considerazioni si è scelto il Bacino del Senio come area campione su cui impostare lo studio e proporre un approccio metodologico organico all'analisi della risorsa idrica.

Metodologia di lavoro

Per arrivare ad avere un quadro chiaro dell'uso della risorsa "acqua", a fini agricoli e zootecnici, nei bacini montani è necessario, in primo luogo, il censimento degli attingimenti dalle acque di superficie e degli invasi collinari e montani ad uso plurimo, presenti nel territorio. Di conseguenza la prima fase del lavoro è stata dedicata alla ricerca e all'acquisizione delle informazioni quali-quantitative, che si trovavano distribuite, ma più spesso disperse, negli archivi dei diversi enti, competenti sul bacino del Senio, che si sono succeduti nel tempo.

La seconda fase ha visto la verifica e l'"omogeneizzazione" dei dati, al fine di renderli confrontabili e archiviabili. Indispensabile allo studio, è risultato essere lo sviluppo di una banca dati georeferenziata: l'informatizzazione della banca dati attraverso il programma GIS Arcview 3.2 di ESRI ha infatti incrementato le possibilità di elaborazione del materiale raccolto e permesso di cartografarne i risultati, per una migliore comprensione dei fenomeni e della loro evoluzione e impatto sul territorio.

In sintesi gli obiettivi di questo lavoro sono:

- definire i fattori ed i parametri caratterizzanti gli invasi per strutturare un database tabellare;
- proporre una metodologia di localizzazione georeferenziata degli invasi, tale da essere applicata, attraverso un programma GIS, a tutto il Bacino del Reno (di cui il torrente Senio fa parte);
- quantificare la presenza degli invasi sul territorio valutando la corri-

spondenza o meno dei dati amministrativi in possesso dei vari enti competenti;

- caratterizzare gli invasi con dati tecnici e territoriali, utili per una valutazione di impatto delle opere sull'assetto idrologico, idrografico e geomorfologico del territorio;
- analizzare la dinamica della tipologia costruttiva e dell'ubicazione degli invasi dal 1972 ad oggi;
- analizzare l'uso del suolo e la sua evoluzione nel tempo per quantificare la variazione delle superfici a colture idroesigenti, come actinidia e pesco;
- valutare la corrispondenza tra la disponibilità idrica, data dagli invasi, l'estensione delle colture idroesigenti e l'evoluzione dei rapporti nel tempo.

Struttura del database cartografico

La piattaforma informatica utilizzata per la creazione e l'implementazione del database cartografico è composta dal sistema operativo Windows 2000 e dal GIS della ESRI Arcview 3.2³.

Il sistema di riferimento adottato è l'UTM semplificata per la Regione Emilia-Romagna e la scala di analisi è 1:5.000.

In funzione del periodo e delle specifiche competenze, diversi enti sono stati coinvolti nel controllo e nella gestione delle pratiche degli invasi montani nel Bacino del Senio, in particolare gli archivi a cui abbiamo potuto accedere per l'analisi territoriale sono: l'archivio in formato cartaceo del Servizio Tecnico Bacino Fiumi Romagnoli dal 1985 al 2002, e gli archivi in formato Excel del Servizio Tecnico Bacino Reno dal 2002, e dell'Autorità di Bacino del Reno dal 2003 ad oggi.

Si è posta quindi l'esigenza di trasferire i dati dei vari archivi in un unico database che facesse riferimento alla mappatura degli invasi, ottenuta dalle immagini satellitari (Fig. 1).

Le fasi di lavoro possono essere così riassunte:

1. acquisizione della cartografia di base a scala 1:5.000 e conversione nella rappresentazione cartografica prefissata;
2. mappatura dell'archivio del volo SIR 1972 per individuare la corrispondente distribuzione territoriale degli invasi presenti all'epoca;
3. individuazione degli invasi tramite fotointerpretazione delle foto satellitari in bianco e nero ORTOSAT 2003 del satellite Quik Bird con scansione a scala 1:5.000; perimetrazione di questi; assegnazione di un ID di riferimento per ciascun invaso; calcolo in automatico delle superfici perimetrate;
4. verifica dei casi dubbi attraverso l'analisi comparata in sequenza cronologica dei dati a nostra disposizione (mappatura volo SIR 1972, CTR

Fig. 3 - Inquadramento geografico del bacino del torrente Senio.

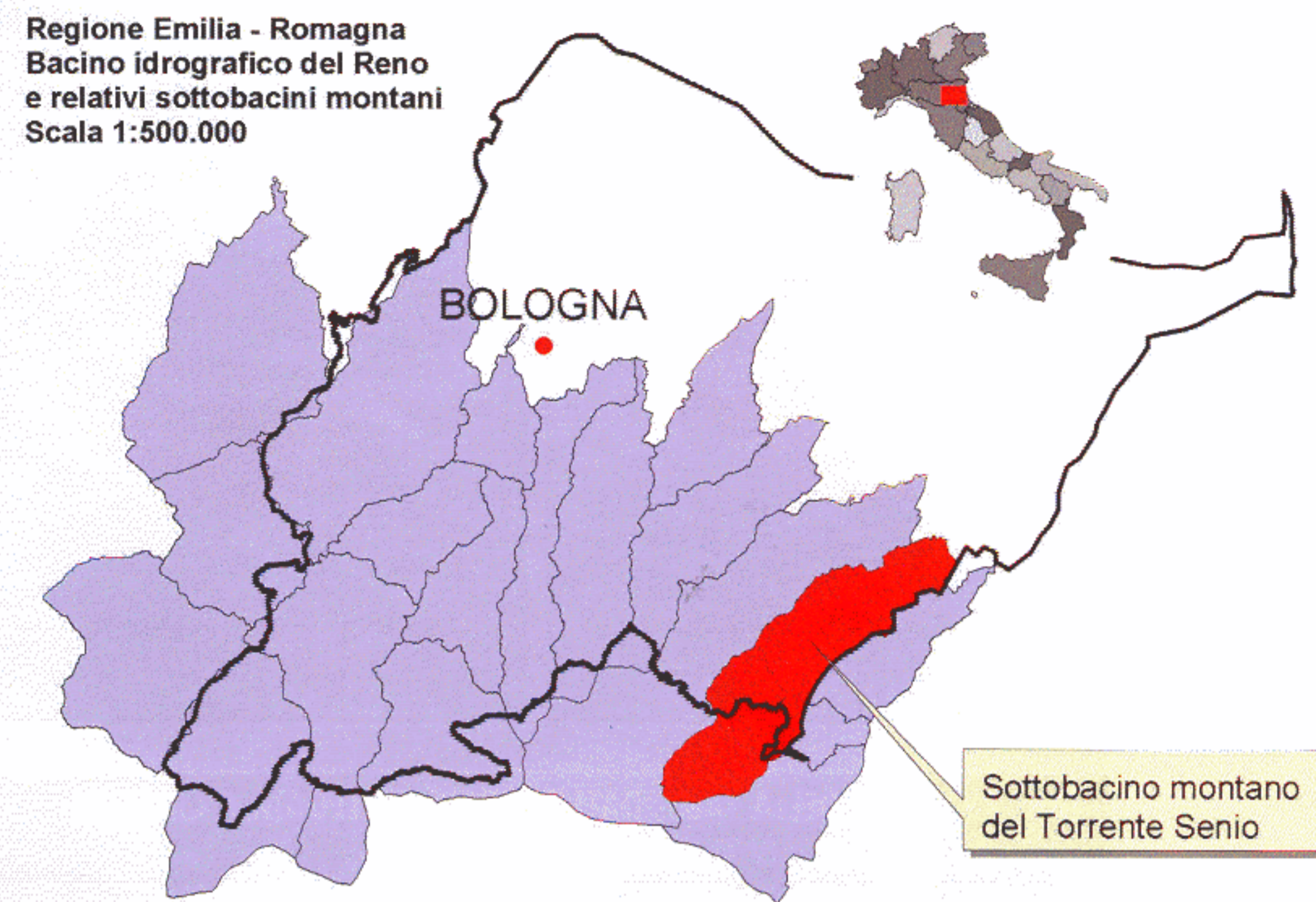
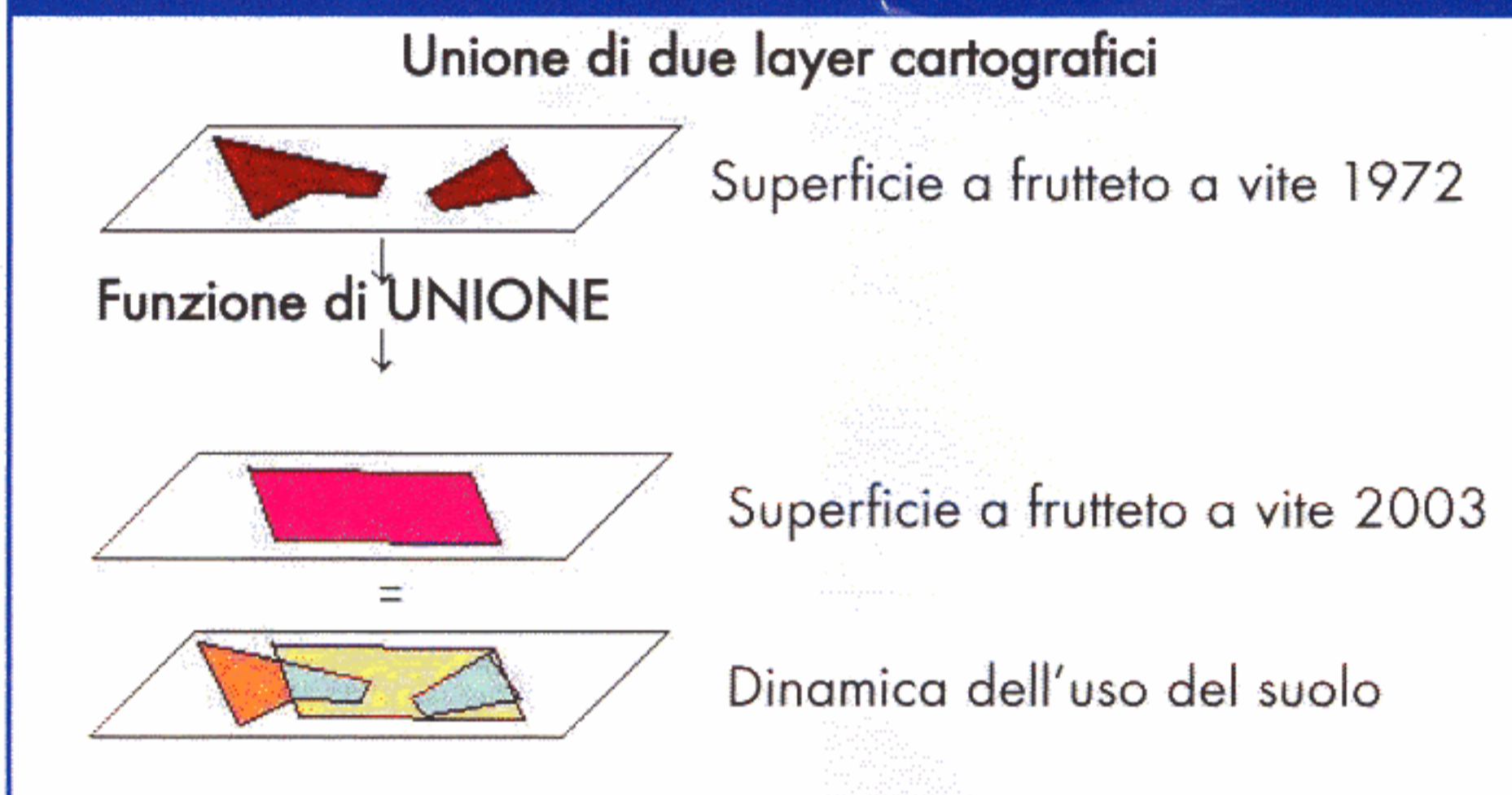


Fig. 2 - Esempio di sovrapposizione di layer cartografici



1976, ortofoto aeree AIMA 1996, AGEA 2001, 2002), e verifica sul campo per la taratura dell'interpretazione delle foto aeree;

5. attribuzione dei riferimenti catastali (foglio e mappale) ad ogni invaso perimetrato;
6. realizzazione della struttura tabellare del database;
7. inserimento nel database dei dati amministrativi, tecnici, e degli estremi catastali che permettono di

associare i dati contenuti negli archivi pre-esistenti;

8. riconoscimento degli invasi fotointerpretati che hanno un riferimento nella mappatura del 1972: per differenza si individuano quelli realizzati prima del 1972 ed ancora attivi;

9. per gli invasi privi di riferimenti negli archivi: individuazione dei riferimenti catastali e dei dati tecnici deducibili dal materiale cartografico in nostro possesso.

Il database si compone di due tabelle: la prima (Tab. 1) contenente i dati amministrativi, la seconda (Tab. 2), relazionata alla prima attraverso il

campo ID (funzione: join), contenente i dati tecnici degli invasi.

Analogamente, l'applicazione del sistema informativo geografico (GIS) ha consentito di analizzare l'uso del suolo nei due diversi periodi, di studiarne le dinamiche ed effettuare il confronto con la distribuzione spazio temporale degli invasi.

Le fasi di studio dell'uso del suolo possono essere così sintetizzate:

1. fotointerpretazione delle ortofoto satellitari del 2003 e perimetrazione manuale delle superfici condotte a frutteto e vite con scansione a scala

Relazioni tra presenza degli invasi e dinamica d'uso del suolo dal 1972 al 2003; impatto sul bilancio idrologico e sull'assetto del territorio

Fig. 4 - Ripartizione % delle classi di superficie degli invasi al 1972.

Classi di superficie - invasi 1972

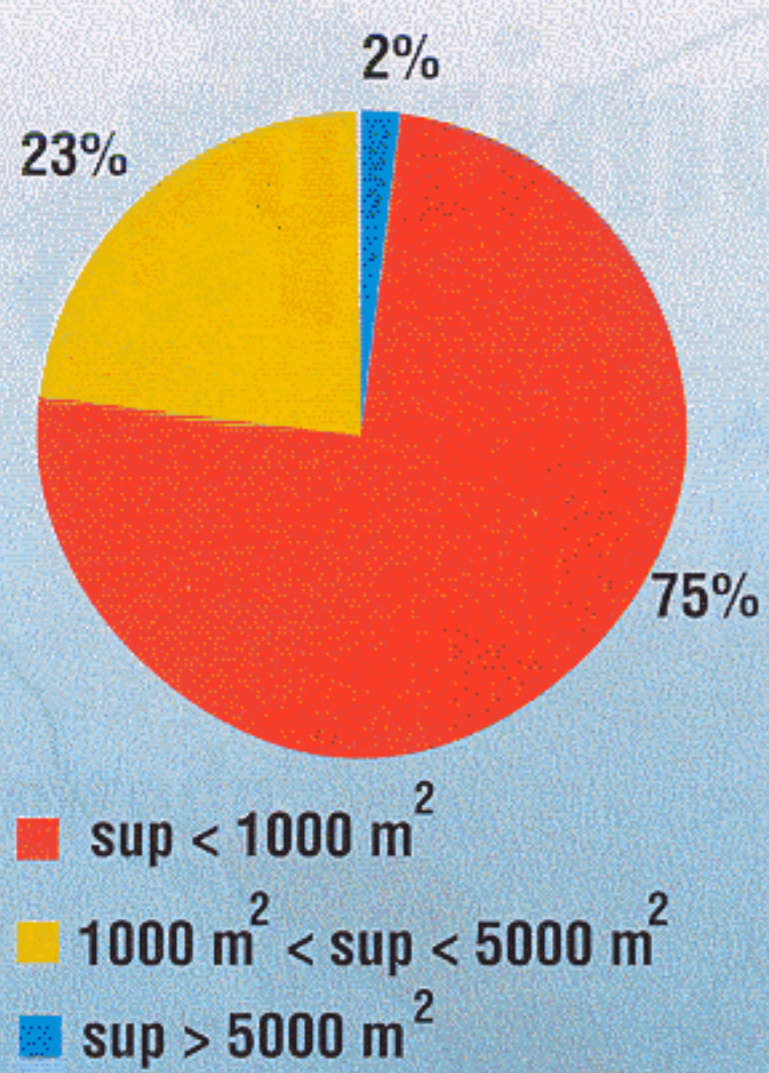


Fig. 5 - Ripartizione % delle classi di superficie degli invasi al 2003.

Classi di superficie - invasi 2003

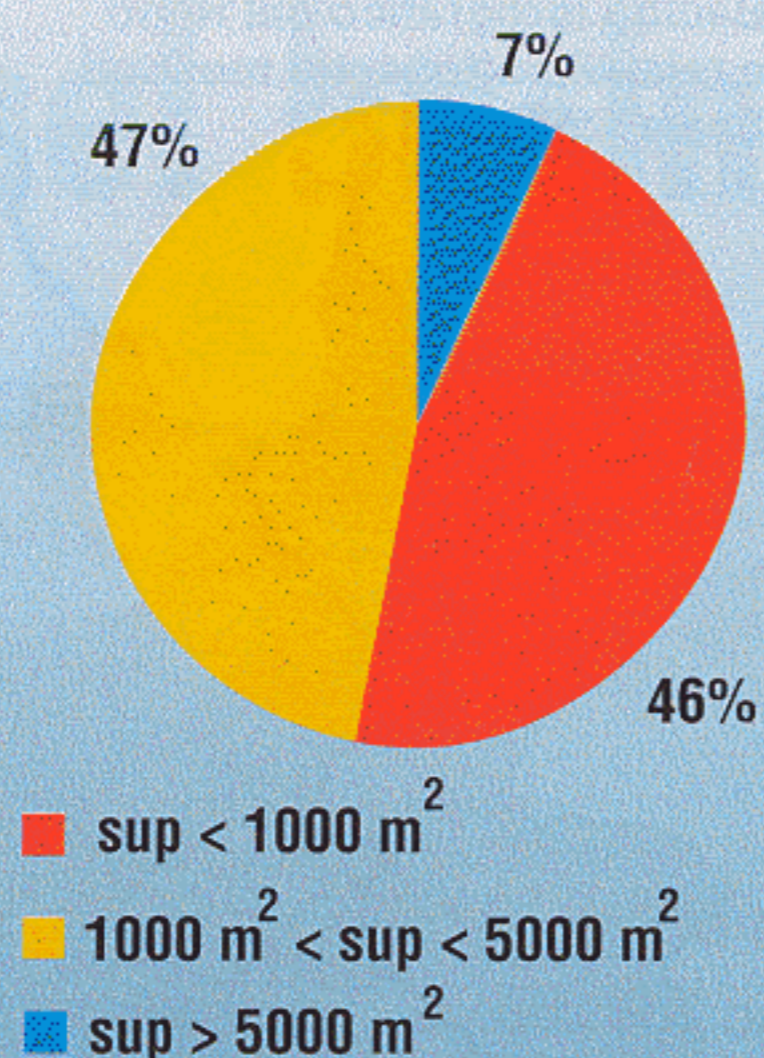
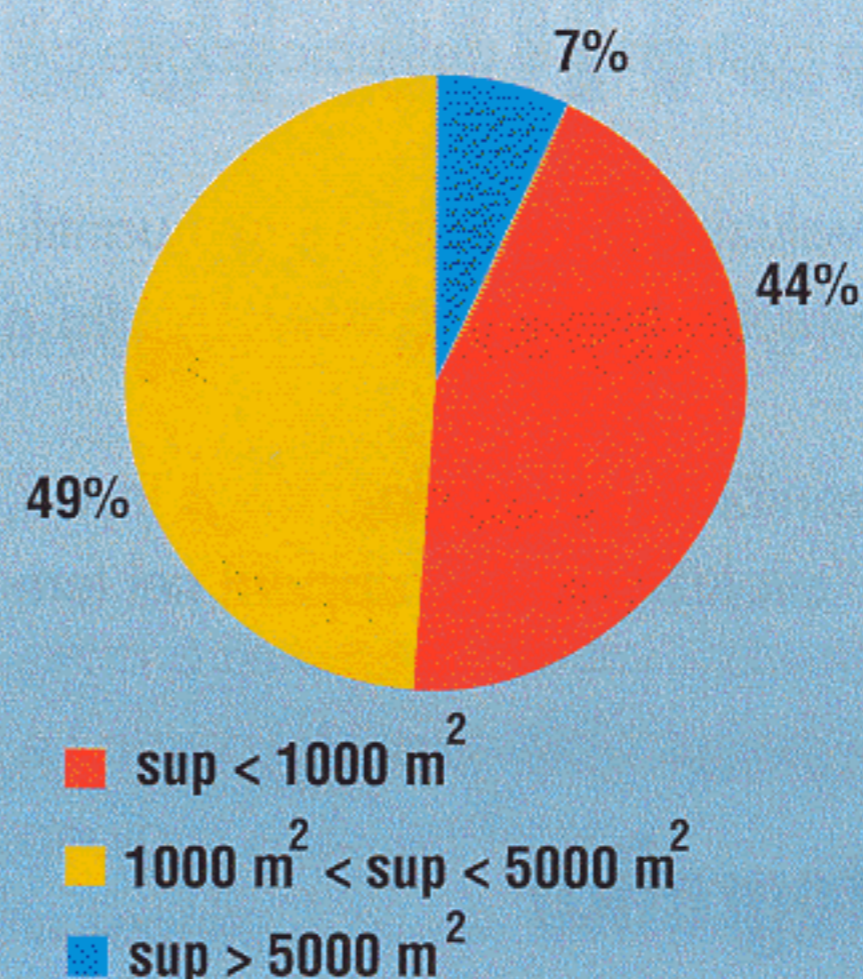


Fig. 6 - Ripartizione % delle classi di superficie degli invasi presenti nel 1972 ed ancora attivi.

Classi di superficie - invasi 1972 ancora attivi



TAB. 4 - STIMA DEL FABBISOGNO IDRICO PER COLTURA

Coltura	Fabbisogno idrico (m ³ /ha)
Actinidia	2.500 (da aprile a settembre)
Pesco	1.500 (da giugno ad agosto)
Melo	
Albicocco	1.000 (da giugno ad agosto)
Kaki	
Pero	
Susino	
Vite	

TAB. 2 - CAMPI DELLA TAB. "DATI TECNICI" COLLEGATA A CIASCUN INVASO NELL'ARCHIVIO INFORMATICO DEL GIS

ID	numero di identificazione dell' invaso fotointerpretato.
Sup_stim	valore della superficie stimata dalla perimetrazione.
Volume	volume dichiarato nel progetto.
Alimentaz	tipologia di alimentazione dell' invaso determinata attraverso l' osservazione della morfologia del territorio (foto satellitari e curve di livello CTR) ed attraverso la presenza o meno della rete idrografica principale e della sua iterazione con l' opera.
Note_adbr	indica se l' attingimento è autorizzato dall' AdBR con il numero di protocollo della pratica.
Pos_morf	indica la posizione morfologica di un invaso determinata attraverso l' osservazione della morfologia del territorio (foto satellitari e curve di livello CTR).
Uso	uso dell' invaso dichiarato nel progetto.

TAB. 3 - STIMA DELLE SUPERFICI IRRIGUE PER COLTURA E PER ESTENSIONE

Coltura	Estensione (ha)	Irrigati (ha)	Irrigati da pozzi (ha)	Differenza
Actinidia	410	410	130	280
Albicocco	330	59	8	51
Kaki	75	19	7	12
Melo	95	49	11	38
Pero	104	42	11	31
Pesco	1.000	595	180	415
Susino	82	35	10	25
Vite	1.426	225	62	163
TOTALE	3.522	1.434	419	1.015



Fig. 7 - Esempio di invaso di sbarramento ancora attivo.

1:5.000;

- perimetrazione manuale delle superfici condotte a frutteto e vite censite nella CTR del 1976 (realizzata sulla base del volo SIR 1972);
- unione dei layers cartografici prodotti ai punti 1 e 2, per analizzare la dinamica effettiva della variazione di uso del suolo (mantenimento, aumento e perdita delle superfici a frutteto e vite) e calcolo delle superfici risultanti;
- sovrapposizione dei layers cartografici delle superfici a frutteto con i layers degli invasi ed osservazione delle differenze e/o corrispondenze di distribuzione (Fig. 2).

Assetto idrografico ed inquadramento ambientale del Bacino montano del Senio

Il torrente Senio è l'ultimo degli affluenti in destra del Fiume Reno, il corso d'acqua si forma nella parte toscana del bacino sul crinale appenninico, nell'area del Monte Carzolano (1.187 m s.l.m.) dalla confluenza di alcuni piccoli rii, sviluppandosi poi secondo la direttrice est-ovest sino alla confluenza nel fiume Reno (Fig. 3). Nella parte montana il corso principale del Senio si sviluppa per circa 51 km dalla sorgente sino all'altezza del centro abitato di Castel Bolognese dove si considera chiuso il bacino montano. Il bacino montano del Senio ha una estensione complessiva di circa

271 km² dei quali 83 in provincia di Firenze, 183 in provincia di Ravenna e 5 in provincia di Bologna. Il bacino presenta una forma stretta e allungata; tale circostanza caratterizza la configurazione del reticolo dei tributari che è individuato dai numerosi fossi o rii che dai crinali spartiacque confluiscono al Senio dopo un percorso limitato a qualche chilometro.

Unica eccezione a tale configurazione è data dal torrente Sintria che rappresenta di fatto l'unico significativo affluente del Senio.

Non sono presenti nel bacino montano invasi artificiali significativi, sono altresì presenti numerosi piccoli invasi collinari ad uso irriguo.

I dati relativi alle utilizzazioni del suolo disponibili sull'intero bacino si riferiscono alla carta dell'uso del suolo prodotta dal Servizio Sistemi Informativi e Geografici della Regione Emilia-Romagna per il settore emiliano e dalla Regione Toscana per il settore toscano, a scala 1:25.000, 1970.

L'analisi sintetica dell'uso del suolo ha permesso di distinguere quattro areali omogenei, in funzione della distribuzione degli usi più significativi ivi presenti, che nella loro estensione e limiti risultano fortemente condizionati dalla geologia e dall'assetto strutturale.

Il primo areale risulta caratterizzato da colture permanenti ad elevata specializzazione: in prevalenza pesco, albicocco, melo, actinidia, vite e a subordinati seminativi, si estende prevalentemente alle quote minori del bacino: tutto il pedecollina e i terrazzi alluvionali di fondovalle. Un secondo areale, è rappresentato da incolti, zone ad affioramento di rocce, prati e subordinati seminativi ed a localizzati impianti a colture arboree permanenti, coincidente con l'area di affioramento delle argille plioceniche.

Nel terzo areale, esteso nella porzione alta dell'imbrifero, si è rilevato, nell'ultimo decennio, un progressivo abbandono delle attività agricole e un conseguente aumento del prato permanente: prevalgono usi agricoli estensivi, seminativi, prati permanenti e subordinate colture permanenti, in prevalenza albicocco e vite, sui versanti a forte pendenza e in prossimità delle incisioni fluviali sono presenti formazioni boschive a querceti misti. Il quarto areale comprende il settore montano fino al limite del crinale Tirreno-Adriatico ed è quasi interamente occupato da formazioni boschive a querceti misti e carpino nero scarsamente utilizzati.

Nei versanti a Nord è presente il castagneto da frutto, mentre alle quote più alte, nei microbacini che intercettano il crinale Tirreno-Adriatico, prevale il bosco ceduo invecchiato a prevalenza di carpino e faggio. Sono inoltre presenti estese superfici a conifere, generalmente a pino nero, risultato di capillari interventi di riforestazione che si sono succeduti dall'immediato dopoguerra in poi, finalizzati al recupero dei territori degradati e in erosione accelerata, ex coltivi su versanti a forte pendenza e boschi degradati dal pascolo e dalle utilizzazioni intensive.

Molto diffusi sono i fenomeni di dissesto superficiale, smottamenti e colate anche di modeste dimensioni, che interessano terreni coltivati o ex coltivi; in questi casi le cause sono generalmente imputabili alla inadeguatezza o assenza delle sistemazioni idraulico-agrarie.

Elementi caratterizzanti di questo settore del bacino sono le formazioni calanchive; lo sviluppo di tali morfologie è da ricollegare all'azione erosiva delle acque di scorrimento superficiale in contesti geologici caratterizzati da rocce pseudo coerenti a bassa permeabilità (argille pleistoceniche).



Fig. 8 - Successione di invasi di sbarramento interrati risalenti agli anni '70.

TAB. 5 - STIMA DEL FABBISOGNO IDRICO TOTALE DEI FRUTTETI

Coltura	Superficie irrigua (ha)	Fabbisogno idrico (m ³ /ha)	Fabbisogno idrico totale (m ³ /ha)
Actinidia	280	2.500	700.000
Pesco e melo	453	1.500	679.000
Altre colture	282	1.000	282.000
TOTALE			1.661.500 (aprile-settembre)

TAB. 6 - STIMA DEGLI AFFLUSSI E DEFLUSSI NEL PERIODO 1951-77

	Annuo (mm)	Luglio-agosto (mm)	Annuo (m ³)	Luglio-agosto (m ³)
Afflusso	1.000,6	118,0	272.000.000	31.860.000
Deflusso	375,3	5,3	102.000.000	1.475.000

Stima del bilancio idrologico a scala di bacino

Questa analisi (Autorità di Bacino del Reno, piano stralcio 2001) offre un quadro sintetico, ma sufficientemente esaustivo, delle condizioni idrologiche del bacino del Torrente Senio, le fasi del lavoro affrontate sono:

- analisi degli afflussi meteorici;
- analisi dei deflussi;
- quantificazione e localizzazione spaziale delle concessioni di derivazione delle acque;
- qualità, quantità e distribuzione spaziale delle colture frutticole.

Il limite dell'analisi condotta è costituito dalla carenza di dati, in particolare quelli relativi ai deflussi, i pochi disponibili inoltre non sono omogenei e sistematici. Per contro le informazioni relative alle coltivazioni idroesigenti sono adeguate e complete, come è certa la ridottissima o nulla portata nel corso d'acqua, nei mesi estivi.

Nel Torrente Senio e nel suo affluente il Sintria, al naturale equilibrio afflussi-deflussi, si sovrappone l'uso antropico delle acque superficiali, per sopperire alle esigenze agricole, di conseguenza si è reso necessario effettuare il censimento delle derivazioni e degli emungimenti:



Fig. 9 - Invasi di sbarramento interrati a monte dei quali è presente un'area calanchiva.

complessivamente sono stati individuati 114 attingimenti. Per quanto riguarda le esigenze irrigue, l'indagine, eseguita con la collaborazione i tecnici del Servizio Provinciale Agricoltura Consorzio Romagna Occidentale e C.F.S., ha permesso di stimare: le colture, le esigenze idriche e le relative superfici irrigate. In tabella 3 si riportano i valori, distinguendo anche la quota che provvede al fabbisogno idrico con acqua di falda, se ne deduce che la differenza soddisfa l'esigenza irrigua con prelievi da acque di superficie.

Utilizzando dati bibliografici e le informazioni di alcuni tecnici del settore, si è valutato il fabbisogno idrico complessivo per ciascuna coltura durante i mesi di maggiore esigenza. Si è stimata quindi l'esigenza residua delle singole colture sottraendo la quota imputabile alle precipitazioni medie (Tab. 4).

Questa stima mette in evidenza che la coltura del kiwi (actinidia) è quella che richiede il più elevato quantitativo d'acqua. Infatti ad una estensione superficiale di questa coltura, pari al 27,6% del totale, corrisponde una esigenza idrica del 42,1%, pari a poco meno della metà dei fabbisogni idrici complessivi (Tab. 5).

Tale richiesta, come già evidenziato, è concentrata nei mesi più caldi dell'anno, da aprile a settembre, con un picco massimo nei mesi di giugno, luglio ed agosto.

Considerando che circa il 60% (1.000.000 m³) del volume totale dell'esigenza irrigua delle colture permanenti presenti nel bacino del torrente Senio sia concentrato nei mesi di luglio e agosto si ricava un prelievo medio giornaliero di circa 16.000 m³ (1.000.000 m³ su 62 gg). Tale dato esprime in termini d'ordine di grandezza l'esigenza idrica necessaria per le colture nei mesi di luglio e agosto.

La definizione del "bilancio idrico" in un bacino è problema quanto mai complesso e di difficile determinazione, anche in funzione dei molteplici e soggettivi approcci possibili. I dati che si riportano di seguito non hanno la pretesa di rappresentare il bilancio idrico del bacino, ma ne rappresentano le più significative componenti al fine di un loro confronto, per lo meno in termini di dimensione di scala.

Come dati di partenza, si considerano gli afflussi, cioè il volume d'acqua piovuto sul bacino, ed i deflussi, corrispondenti al volume d'acqua

TAB. 7 - STIMA DEI VOLUMI SOTTRATTI DAI CORSI D'ACQUA E DAI POZZI

Prelievo	Annuo (m ³)	Luglio - agosto (m ³)
Uso agricolo (da acque superficiali)	1.600.000	1.000.000
Uso agricolo (da acque di falda)	709.000	/
Prelievo acquedotto	350.000	45.000

TAB. 8 - VARIAZIONI DELLE SUPERFICI A FRUTTETO E VITE NEL PERIODO 1972- 2003

superfici mantenute	1.187 ha
nuove superfici	2.459 ha
superfici perse	529 ha
Incremento superficie	1.930 ha

transitato alla sezione di Castel Bolognese, nel periodo 1951-78. Dalla tabella 6 si evince che il coefficiente di deflusso annuo, dato dal rapporto tra deflussi/afflussi, è pari a 0,37, cioè solo un terzo dell'acqua piovuta viene recapitata nel corso d'acqua alla sezione di Castel Bolognese; tale rapporto, nei mesi di luglio-agosto, risulta di 0,05. Più in dettaglio, osservando le portate medie del periodo 1951-78 nei due mesi, luglio e agosto, sezione di Castel Bolognese (S.S. via Emilia), durante i quali la richiesta è massima, si nota una portata media storica di 0,27 m³/s (luglio 0,29 m³/s - agosto 0,26 m³/s). Tale valore corrisponde ad una portata media giornaliera di 23.760 m³ [3.600 x 24 x 0,275 m³/s], che può essere considerata come "naturale", sulla base della considerazione che nel periodo 1951-78 il prelievo ai fini irrigui può considerarsi quasi nullo, tesi non lontana dalla verità in considerazione del fatto che lo sviluppo delle colture idroesigenti è iniziato negli anni '80. In tale periodo era invece operante la derivazione del canale dei Molini di Castel Bolognese. Questa portata corrisponde ad un volume nel periodo luglio-agosto che ammonta a 1.475.000 m³ (23.760 m³ x 62 gg) a cui corrisponde un prelievo, come stimato sulla base delle esigenze colturali, di 1.000.000 m³ pari a circa il 70 % del volume naturale transitato. Quanto sopra si traduce in una portata residua, nel corso d'acqua, di circa 90 l/s. Per quanto riguarda i volumi sottratti, la situazione è riportata nella tabella 7. Si osserva come i prelievi per uso agricolo sono quasi 7 volte maggiori rispetto a quelli a fini potabili. Il confronto, in termini annuali, dei volumi sottratti, porta a percentuali relativamente modeste rispetto ai volumi affluiti e defluiti, tuttavia se spostiamo l'analisi, ai mesi estivi di luglio-agosto e confrontiamo i volumi defluiti (1.475.000 m³) con quelli sottratti dalle acque di superficie (1.045.000 m³) si osserva che i prelievi rappresentano circa i 2/3 del defluito, inoltre è da notare che in tali mesi il prelievo per uso agricolo è circa 20 volte maggiore rispetto all'uso civile.

Analisi della dinamica d'uso degli invasi e della tipologia di costruzione in funzione delle variazioni d'uso del suolo

Il numero degli invasi censiti attraverso la fotointerpretazione delle foto satellitari sono 239, dei quali solo 106 sono stati identificati anche negli

Distribuzione invasi e frutteti 2003
Stralcio a 1:25.000

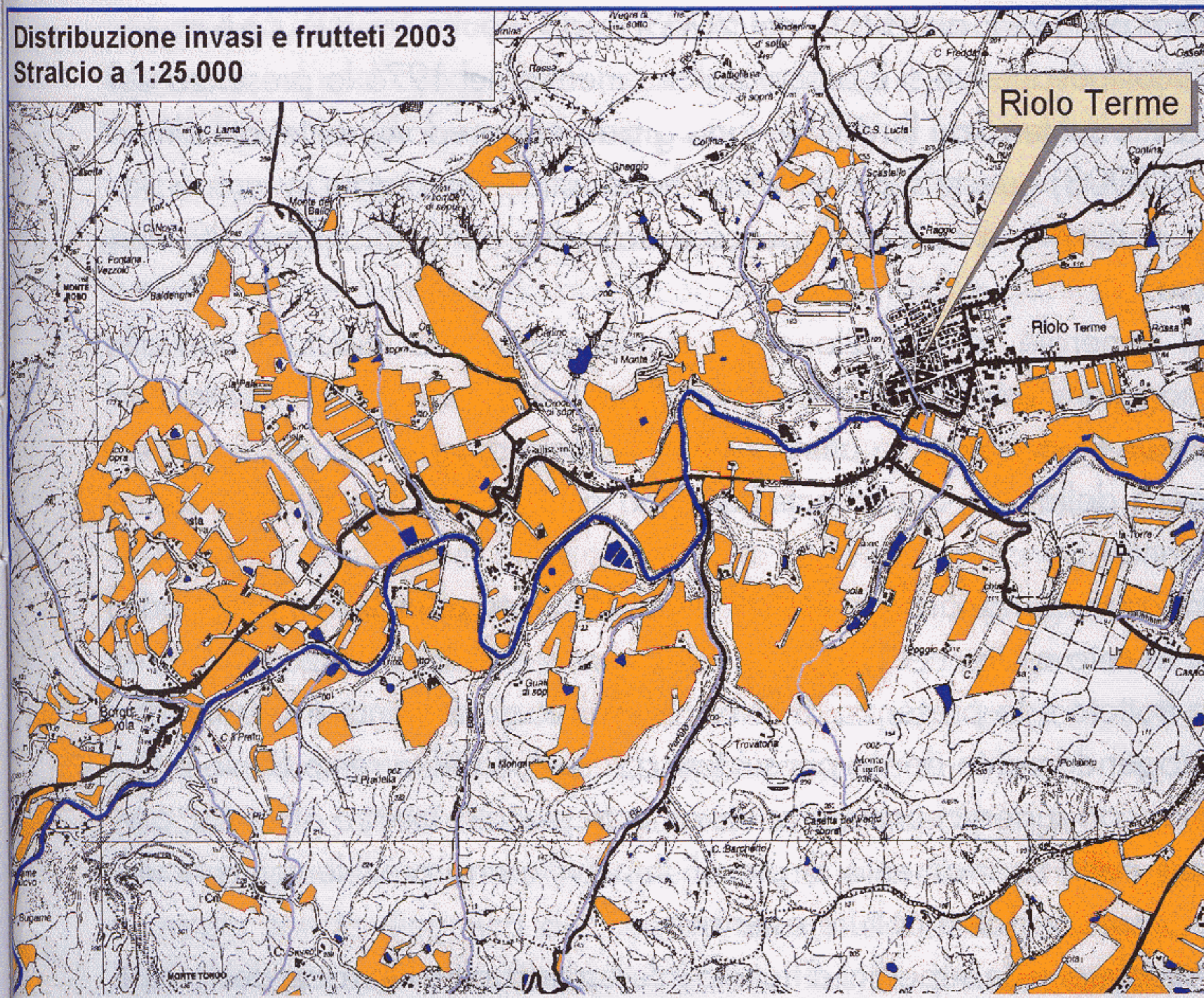


Fig. 10 - Mappa relativa alla collocazione degli invasi al 2003 in funzione delle colture a frutteto.

archivi pre-esistenti: ne segue che ben 133 invasi non hanno alcun riferimento amministrativo negli archivi in nostro possesso.

L'analisi è stata realizzata mediante il confronto tra le successive riprese aeree: dell'anno 1972 (database volo SIR 1972) e del 2003. Tale studio ha consentito di ricavare dati quantitativi, relativi agli invasi rilevati, quali il numero e superficie media e la distribuzione territoriale, inoltre si sono considerati l'interramento, la posizione morfologica, l'alimentazione, l'uso prevalente degli invasi e la dinamica di tali fattori nei due successivi periodi di riferimento. Gli aspetti salienti, emersi da quest'analisi e dallo studio delle dinamiche tra il 1972 al 2004 sono:

- il numero degli invasi è diminuito passando da 269 unità a 239 (-30 unità);
- la superficie media degli invasi ha subito un incremento medio di oltre il 50%, da 917 m² a 1929 m²;
- la superficie totale degli invasi è passata da 246.690 a 445.701 m².

Queste osservazioni indicano chiaramente la tendenza ad una concentrazione della capacità d'invaso ed un aumento del volume medio unitario invasato, entrambi dati significativi per valutare la variazione nel tempo della destinazione d'uso dei laghetti.

Si è osservato che gli invasi costruiti prima del '72 e ancora attivi (62 unità) rispecchiano, nel dato della superficie media e nella suddivisione in classi di superficie, i dati degli invasi al 2003, dimostrando che gli invasi mantenuti nel tempo sono quelli con le caratteristiche che meglio si prestano all'utilizzo irriguo moderno: infatti se le superfici stimate nel '72 sono comprese per il 75% nella classe inferiore ai 1.000 m², nel 2003 questa classe si è ridotta al 46%, dato che corrisponde alla stima degli invasi del '72 ancora attivi (44%) (Figg. 4, 5, 6).

Un altro aspetto interessante emerso è legato alla "migrazione" verso le zone di fondovalle subita dagli invasi nel tempo: infatti si è constatato che negli anni '70 gli invasi erano disposti in gran parte in zone collinari e sub-montane (Fig. 11), che attualmente sono interessate da calanchi o seminativi e prati da sfalcio, in generale senza alcuna re-

Distribuzione invasi e frutteti 1976
Stralcio a scala 1:25.000

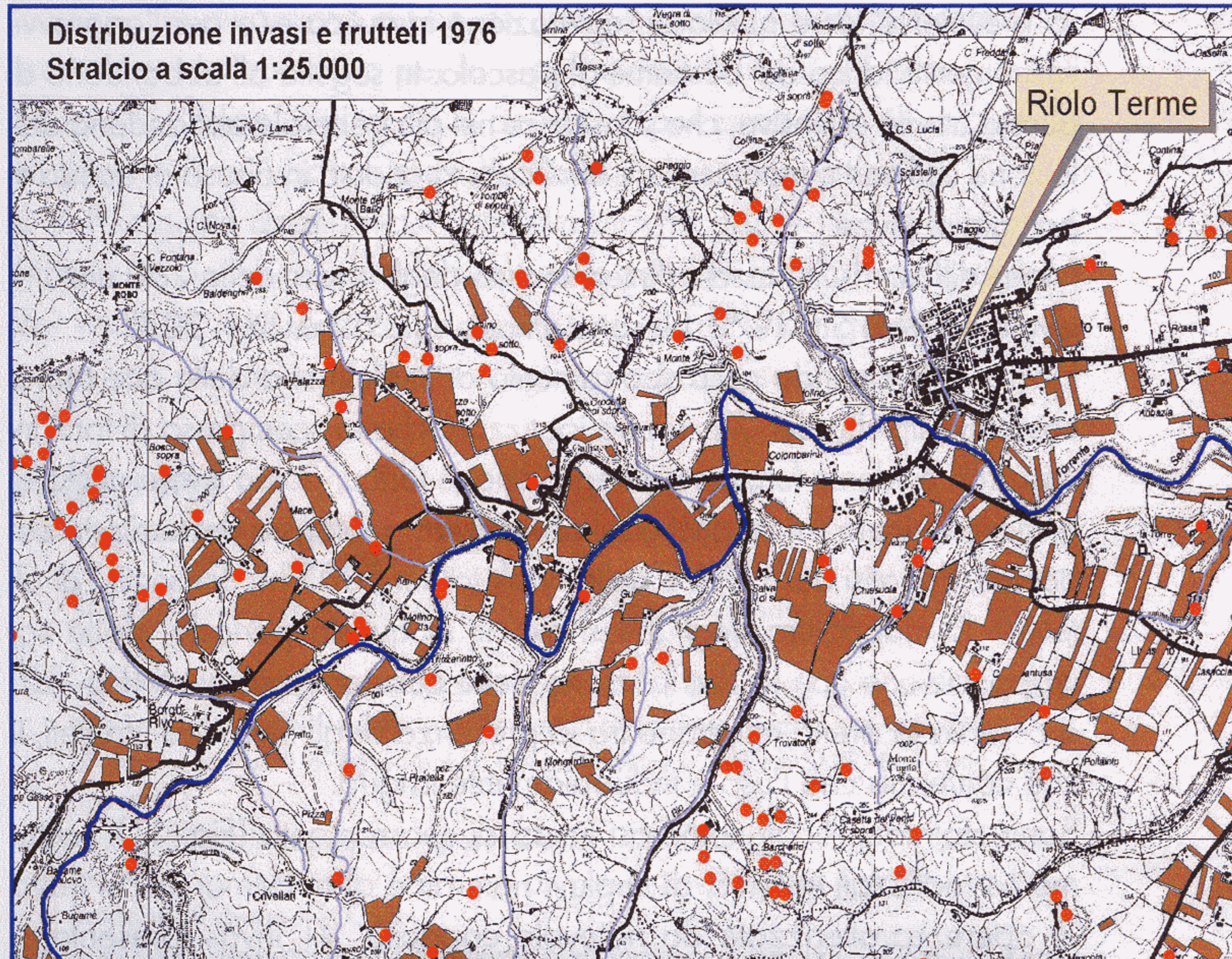


Fig. 11 - Mappa relativa alla collocazione degli invasi al 1972 in funzione delle colture a frutteto.



Fig. 12 - Invaso arginato ad uso irriguo.

lazione con la presenza delle colture idroesigenti. Questi invasi erano caratterizzati generalmente da ridotte dimensioni, spesso avevano forma circolare o erano ottenuti da sbarramenti di piccoli impluvi. Molti di questi invasi attualmente non esistono più (Figg. 8, 9) o perché "riassorbiti" dalle limitrofe superfici coltivate, o perché seminterrati o interrati per l'erosione, anche profonda, a monte.

Da queste considerazioni è possibile affermare che la destinazione d'u-

so prevalente fosse quella di regimazione idraulica e/o per l'approvvigionamento idrico del bestiame al pascolo. In seguito all'abbandono di questa attività estensiva, che si inserisce nel più generale abbandono delle zone collinari e montane, si è verificata la caduta in disuso di questa tipologia di invasi.

Molto diffuso risulta essere l'interramento degli invasi: delle 269 unità rilevate dal volo SIR 1972, ne sono rimaste solo 62 unità (-207).

Inoltre, individuando nello sbarramento di impluvi una delle due forme costruttive tipiche del '72, si può ipotizzare che la scomparsa di tanti invasi, con evidente funzione di regimazione idrica, possa avere avuto significative ripercussioni anche sul dissesto idrogeologico del territorio del bacino. L'analisi della CTR e delle ortofoto del 2003 ha consentito di ottenere la mappatura degli invasi rilevati in questo periodo, dalla sovrapposizione con la distribuzione delle colture idroesigenti (Fig. 10) si osserva la stretta relazione tra la presenza degli invasi ed i frutteti, il che conferma che l'uso è indubbiamente irriguo.

Sono stati identificati numerosi invasi di sbarramento (Fig. 11), solitamente realizzati in terra, di impluvi naturali e di rii demaniali: si tratta di opere caratterizzate da notevole capacità, 41 invasi presentano una superficie sopra la media, pari a 3.399 m². La maggior parte di tali invasi risale al trentennio precedente, essendo stati individuati anche nel volo del 1972, tale tipologia perde importanza man mano che la datazione assume valori più recenti.

Eccezione da segnalare sono le quattro grandi opere ad uso potabile e irriguo realizzate dalla Comunità montana Appennino Faentino a sbarramento del Rio delle Mighe, 2 invasi da 48.000 m³ complessivi, anno 1997 (ID 153-154), e del Rio Cestina, 2 invasi da 57.000 m³ complessivi, anno 1990 (ID 199-200).

La terza tipologia d'invaso, adottata attualmente, è a perimetro arginato semi-pensile sul piano di campagna (Figg. 12, 13), con attingimento diretto tramite pompa dal corso d'acqua principale, che trova la massima diffusione sui terrazzi alluvionali, in prossimità dell'asta fluviale dei torrenti Senio e Sintria. Solitamente si tratta di invasi contigui ad appezzamenti di colture frutticole (specialmente actinidia e pesco), ad uso chiaramente irriguo. Questa tipologia trova la sua ragione in seguito alla domanda, sempre più diffusa, di irrigazione delle colture idroesigenti: presenta capacità d'invaso media e la superficie media stimata è di 3.665 m² per i 21 invasi rilevati.

Analisi dell'uso del suolo

L'obiettivo principale dell'analisi del suolo è studiare la dinamica delle superfici a frutteto nell'intervallo di tempo 1976-2003.

La successiva sovrapposizione con i *layers* degli invasi, rispettivamente del volo SIR 1972 e della fotointerpretazione del 2003, ha consentito di studiare le relazioni spaziali e temporali tra le superfici a frutteto e la presenza degli invasi. Lo studio della dinamica, tramite l'intersezione dei *layers*-frutteto dei due anni considerati ha portato i seguenti risultati: nel complesso, si è osservato un aumento delle superfici a frutteto e vite nel periodo 1972-2003 di ben 1.930 ha (Tab. 8), passando dal 6,3% della superficie totale di ba-

chino nel 1972 al 13,5 % nel 2003.

Qualitativamente si è osservato che mentre nel 1976 la presenza della vite sui terrazzi fluviali di vario grado era predominante, attualmente (2003) queste superfici oltre che ampliate sono state in buona parte convertite a coltura di pesco e actinidia, con impianti ad alta densità.

In generale, la variazione più significativa è da imputare non alla maggiore estensione delle superfici a frutteto, ma piuttosto alla conversione di queste in allevamenti di specie di gran lunga più idroesigenti della vite, quali l'actinidia, con pesanti ricadute sul fabbisogno idrico.

Per quanto riguarda la distribuzione degli invasi rispetto alle superfici a frutteto e vite, nel 1972 non si riscontra corrispondenza tra le aree a frutteto e la presenza di invasi. Le coltivazioni erano distribuite disomogeneamente per lo più sui terrazzi fluviali del torrente Senio e Sintria, con superfici unitarie relativamente piccole, mentre gli invasi, ottenuti dallo sbarramento di piccoli impluvi, erano prevalentemente ubicati sui versanti a colture estensive.

Attualmente le superfici a frutteto interessano, oltre i terrazzi dei torrenti principali, anche i rii minori e le zone collinari, presentando superfici unitarie estese e compatte.

Gli invasi di recente realizzazione seguono questo sviluppo, evidenziato dalla stretta interdipendenza tra superfici a frutteto ed invasi ad uso irriguo.

Un altro interessante aspetto emerso è il fatto che, nelle zone alluvionali prossime ai corsi d'acqua, le superfici a frutteto e vigneto sono in forte regressione, a dimostrazione dell'interesse crescente verso altre forme di sfruttamento del territorio quali le attività estrattive di ghiaia.

Conclusioni

Il quadro delle dinamiche osservate, per quanto riguarda sia l'assetto agro-forestale, che lo sfruttamento della risorsa idrica, che il dissesto idro-geologico, mette in evidenza la situazione di criticità elevata nel bacino del torrente Senio.

Dallo studio è emerso che in passato, fino agli anni '70, la distribuzione e la tipologia degli invasi era principalmente finalizzata ad una attenta regimazione delle acque dilavanti, in aree ad elevata tendenza di dissesto: lo dimostrano sia la loro collocazione, in corrispondenza di impluvi a mezzacosta, sia la loro tipologia costruttiva, utilizzo abbinato solitamente a quello zootecnico.

In seguito all'abbandono generalizzato delle zone collinari e montane, si è verificata la caduta in disuso di questa tipologia di invasi con la loro conseguente scomparsa, o perché "riassorbiti" dalle limitrofe superfici coltivate, o perché seminterrati o interrati per l'erosione, anche profonda, a monte.

Lo studio delle tipologie di invaso adottate attualmente e dell'evoluzione nel tempo ha evidenziato da un lato una riduzione del numero totale di invasi e dall'altro un incremento medio del volume utile di oltre il 50%, per cui la superficie totale degli invasi è passata da 246.690 nel

Dinamiche dell'uso del suolo e risorsa idrica necessitano di uno strumento operativo per la regolamentazione degli attingimenti, per proporre alle aziende un piano di sviluppo alternativo alle colture idro-esigenti

'72, ai 445.701 m² attuali. Osservazioni che indicano chiaramente la tendenza ad una concentrazione della capacità d'invaso, confermata dal fatto che gli invasi costruiti prima del '72 e ancora attivi (62 unità) rispecchiano, nel dato della superficie media, le dimensioni adottate negli invasi di recente costruzione, dimostrando che gli invasi mantenuti nel tempo sono quelli con le caratteristiche che meglio si prestano all'utilizzo irriguo moderno.

Un altro aspetto emerso dallo studio è legato alla "migrazione" verso le zone di fondovalle, subita dagli invasi nel tempo: infatti mentre fino al 1972 gli invasi erano disposti prevalentemente su versante, in zone collinari e sub-montane, attualmente sono collocati nei fondovalle, in prossimità dell'asta fluviale dei torrenti. Quest'ultima tipologia d'invaso è a perimetro arginato semi-pensile sul piano di campagna, con attingimento diretto tramite pompa dal corso d'acqua principale, solitamente si tratta di invasi contigui ad appezzamenti di colture frutticole (specialmente actinidia e pesco) ad uso esclusivamente irriguo.

L'evoluzione delle caratteristiche degli invasi è risultata strettamente correlata con la dinamica dell'uso del suolo: la forte intensificazione agricola a vocazione frutticola, sui terrazzi fluviali, è accompagnata dall'abbandono delle aree di versante collinari e montane. L'estensione delle colture caratterizzate da un'elevata richiesta irrigua, in particolare l'actinidia, è soddisfatta con attingimenti diretti dai corsi d'acqua principali oppure con la realizzazione di invasi fuori terra.

In particolare la stima del bilancio idrico ha messo in evidenza che nei periodi critici di luglio ed agosto lo sfruttamento delle acque superficiali è completo. Da quanto esposto, si può ipotizzare che l'abbandono delle zone agricole meno redditizie ed il conseguente abbandono dei laghetti collinari, evidenziato dal loro interrimento, possa avere un significativo impatto anche sulla regimazione idraulica dei versanti, favorendo i problemi di dissesto idro-geologico in aree intrinsecamente predisposte. D'altra parte, lo sfruttamento idrico sempre più intenso delle acque di superficie genera squilibrio negli ecosistemi fluviali e ripariali e forte criticità nella produzione agricola.

Questa dinamica determina una variazione marcata della morfologia dei versanti e dell'assetto idrografico, che si può valutare ad alto impatto ambientale.

L'utilizzazione e la riqualificazione ambientale di queste aree è un'altra urgente emergenza ambientale: l'applicazione di politiche agricole (PRSR, Agenda 21, ecc.) volte ad un utilizzo sostenibile delle risorse territoriali ed alla protezione ambientale deve essere prioritaria nel regolamentare sia l'estensione delle colture a forte dipendenza idrica sui terrazzi fluviali, come anche lo sviluppo delle attività estrattive nelle aree esondabili. Dall'analisi del bacino montano del torrente Senio, è emersa l'esigenza di una più estesa ed approfondita analisi territoriale sulla distribuzione delle risorse, delle criticità e dei vincoli che sola può permettere agli enti competenti una corretta e motivata applicazione delle disposizioni di legge. In questo campo è fondamentale l'implementazione di database cartografici informatizzati come supporto di base per i processi decisionali riguardanti la pianificazione territoriale. In questo senso, il presente lavoro vuole essere una proposta operativa della possibilità di elaborare studi ed ipotesi sulle principali dinamiche territoriali, attraverso lo strumento informatico in particolare l'applicazione dei sistemi GIS.

Le possibilità di sviluppo del lavoro sono molteplici e tutte implementabili attraverso lo strumento informatico, in particolare si ricorda in re-

lazione alle *dinamiche di uso del suolo e risorsa idrica*, fornendo così uno strumento operativo per la regolamentazione degli attingimenti, durante l'anno, dai corsi d'acqua, e per proporre alle aziende un piano di sviluppo alternativo alle colture idro-esigenti. L'analisi dell'*impatto degli invasi sulle dinamiche geomorfologiche e sulla rete idrografica*, in relazione alle modificazioni morfologiche dei versanti, dei terrazzi, e della rete idrografica generate dalla presenza sia dei frutteti che degli invasi ad uso irriguo.

Bibliografia

- "Database geografico dei laghetti collinari artificiali nel territorio della provincia di Piacenza", P. Lega, E. Belli (Amministrazione Provinciale di Piacenza), F. Narboni (R.E.R. Servizio Prov. Difesa del Suolo), rapporto interno, n. 222/99, giugno 1999.
- "La desertificazione in Emilia Romagna: applicazione dei bilanci idrici territoriali associati ai modelli previsionali stagionali ed in riferimento ai futuri scenari climatici nelle aree vulnerabili ai fenomeni di desertificazione", ARPA-SMR, Bologna, dicembre 2003.
- "Piano stralcio per il bacino del torrente Senio - Relazione generale", "Piano stralcio per il bacino del torrente Senio - Norme di piano", Autorità di Bacino del Reno, Bologna, 8 giugno 2001.
- "Piano di tutela delle acque - documento preliminare (art. 25, LR 20/2000)", Regione Emilia-Romagna - Assessorato Agricoltura, Ambiente e Sviluppo Sostenibile, Bologna, settembre 2003.
- "Speciale cambiamenti climatici e agricoltura - Clima e acqua: quale pianificazione della risorsa in Emilia-Romagna?", G. Bortone, E. Cimatti, T. Daraghetti, ARPA rivista, n. 2 Mar-Apr 2004.
- "Telerilevamento per l'individuazione degli invasi, primi risultati e prospettive nella valle del Lamone", F. Vescovi, V. Merletto, L. Grandi, P. Cagnoli, ARPA rivista, n. 6 Nov-Dic 2003.

Note

¹Gli Enti competenti per il bacino del Senio (oltre alle Amministrazioni Comunali di Castel Bolognese, Faenza, Riolo Terme, Brisighella, Casola Valsenio, Castel del Rio e Palazuolo sul Senio ed alle Province di Ravenna e Firenze) sono l'Autorità di Bacino del Reno, l'STBR della Regione Emilia Romagna, il Genio civile di Firenze, la Comunità montana dell'Appennino faentino, la Comunità Montana dell'alto Mugello e il Consorzio di bonifica della Romagna Occidentale.

²Nell'ambito del Piano di Azione Nazionale di Lotta alla Siccità e Desertificazione, l'Autorità di Bacino dei Fiumi Romagnoli ha segnalato il bacino del fiume Lamone e torr. Marzeno (contiguo al bacino del Senio e di caratteristiche geo-morfologiche, idrografiche, idrologiche e climatiche simili) come area a rischio desertificazione e scelta come area pilota per il progetto interregionale del Mediterraneo occidentale: DESERTNET, di cui fanno parte ARPA Emilia-Romagna e Servizio meteorologico Regionale con l'obiettivo di: "... produrre strumenti di ausilio alle decisioni utili alla programmazione e al controllo delle risorse idriche, particolarmente in campo agricolo. L'idea è quella di minimizzare i conflitti fra la richiesta e la disponibilità, conservando ai livelli attuali la redditività del settore primario... Nell'ambito del progetto viene condotto uno studio dettagliato per adattare le metodologie su un'area specificamente selezionata quale vulnerabile a processi di desertificazione...".

³Il programma Arcview è utilizzato in versione base con l'aggiunta delle seguenti estensioni:

_geoprocessing: per attivare funzioni di analisi topologica tra layer differenti (in particolare le funzioni Clip e Spatial Join);

_trasforma_4.avx: permette di convertire in vari sistemi di riferimento i dati cartografici acquisiti;

_TnradexC.avx: permette di utilizzare layer cartografici di base da un server in rete (nel nostro caso il server è quello del Servizio cartografico regionale; il materiale utilizzato comprende le foto satellitari ed aree e la CTR multiscala 1:5.000, 1:25.000, 1:250.000 del 1976)

Autori

Claudio Cavazza è dottore forestale presso il Servizio Tecnico Bacino Reno, direzione generale Ambiente, Difesa, Suolo e Protezione Civile, Regione Emilia-Romagna; Sebastiano Correggiati è tirocinante presso il corso di laurea in Scienze del territorio e dell'Ambiente agro forestale, Fac. Agraria, Università di Bologna; Donatella Pavanelli è ricercatrice presso il dipartimento di Economia e Ingegneria Agrarie, Fac. Agraria, Università di Bologna..